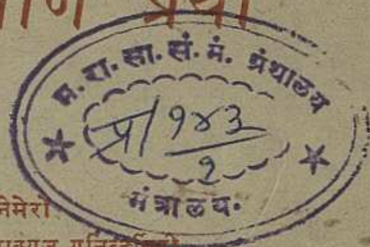
औद्योगिक अपशिष्टांवरील उपचारांसंबंधी मूलभूत ज्ञान आणि प्रथा



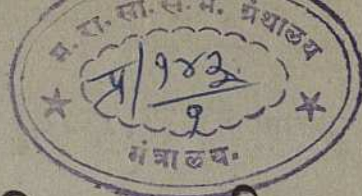
लेखक — नेल्सन लेओनार्ड नेमेरो
प्रोफेसर ऑफ सिव्हिल इंजनिअरिंग, सायराक्यूज युनिव्हर्सिटी

अनुवादक — वि. ह. केळकर, बी. ई.,
से. नि. मुख्य अभियंता व सहसचिव,
महाराष्ट्र राज्य



महाराष्ट्र राज्य साहित्य-संस्कृती मंडळ
मुंबई

किंमत ५६ रुपये



औद्योगिक अपशिष्टांवरील उपचारांसंबंधी मूलभूत ज्ञान आणि प्रथा

लेखक — नेल्सन लेओनार्ड नेमेरो
प्रोफेसर ऑफ सिव्हिल इंजनिअरिंग, सायराक्यूज युनिव्हर्सिटी

अनुवादक — वि. ह. केळकर, बी. ई.,
से. नि. मुख्य अभियंता व सहसचिव,
महाराष्ट्र राज्य

महाराष्ट्र राज्य साहित्य-संस्कृती मंडळ
मुंबई

प्रथमावृत्ती : १९८२ (शके १९०४)



प्रकाशक :





मुळ प्रकाशक :
Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
Reading, Massachusetts, Palo Alto-London



मुद्रक :
न्यू सन्मित्र प्रिंटर्स,
१०५८/अ, दिनानाथ बिल्डिंग,
गावभाग, सांगली–४१६ ४१६.



किंमत : Rs 56.

निवेदन

महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळातर्फे श्री. वि. ह. केळकर यांनी भाषांतरित केलेला "औद्योगिक अपशिष्टांवरील उपचारांसंबंधी मूलभूत ज्ञान आणि प्रथा" हा ग्रंथ वाचकांच्या हाती सोपविण्यास मंडळाला आनंद होत आहे.

सुरेंद्र बारलिंगे
अध्यक्ष
महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ
मुंबई

मुंबई
दिनांक १ जानेवारी १९८३

औद्योगिक अपशिष्टांवरील उपचारांसंबंधी मूलभूत ज्ञान व प्रथा या इंग्रजी पुस्तकाच्या भाषांतराच्या संदर्भात अनुवादकाचे मनोगत–

आधुनिक शास्त्रे, ज्ञानविज्ञान, तंत्र आणि अभियांत्रिकी इत्यादी वाङ्मयीन क्षेत्रांत तसेच भारतीय प्राचीन संस्कृति, इतिहास, कला संबंधीच्या विषयांत मराठीला पाश्चात्य भाषांचा दर्जा प्राप्त व्हावा, त्या भाषांना जसे विद्यापीठीय क्षेत्रात एक विशिष्ठ स्थान व ज्ञानदान करण्याचे सामर्थ्य प्राप्त झाले आहे तसे मराठी भाषेलाही प्राप्त व्हावे हा उद्देश लक्षात घेऊन महाराष्ट्र राज्य साहित्य–संस्कृति मंडळाने वाङ्मय निर्मितीचा विविध कार्यक्रम हाती घेतला आहे.

विज्ञान, तंत्रविज्ञान, तत्वज्ञान आदि विषयांवरील संशोधनात्मक व संपूर्ण माहितीने युक्त अशा एतद्विषयक ग्रंथांची रचना मोठ्या प्रमाणावर झाल्या शिवाय मराठी भाषेला विद्यापीठीय भाषेचे प्रगत स्वरूप प्राप्त होणार नाही, शिवाय मातृभाषेतून ज्ञानदान केल्यास शिक्षणाचा प्रसार झपाट्याने होईल व त्याचवेळी त्या भाषेच्या विकासासही प्रोत्साहन मिळेल. जोपर्यंत आपण परभाषेतून शिक्षण घेऊ तोपर्यन्त ते शिक्षण सकस व स्वावलंबी बनत नाही व भाषिकही वेगाने वाढणाऱ्या ज्ञानविज्ञानापासून सामान्यतः वंचित होतो म्हणून मराठी भाषेत विज्ञानाचा प्रसार विस्तृत व त्वरित होण्याकरता विज्ञानाच्या शाखांतर्गत निरनिराळ्या विषयांवर मराठीत स्वतंत्र ग्रंथ लिहून अगर परभाषेतील उत्तमोत्तम ग्रंथांची भाषांतरे करून अगर करवून घेऊन हे कार्य उत्तम प्रकारे करणे जरुरीचे आहे.

महाराष्ट्र राज्य साहित्य-संस्कृति मंडळाने बहुविध वाङ्मयीन कार्यक्रम आखला असून विज्ञान क्षेत्रातील अभियांत्रिकी विषयावरील परभाषेतील अभिजात (Standard) ग्रंथांचा अनुवाद करून ते प्रकाशित करणे हा त्यातील एक विभाग आहे.

या कार्यक्रमांतर्गत प्रमाणभूत अशा ज्या ४ इंग्रजी ग्रंथांचा अनुवाद करण्याची जबाबदारी मजवर सोपविली ते असे :

(१) बंधाऱ्याचे स्थापत्य शास्त्र – खंड तीन
(२) कांक्रीटची नियम पुस्तिका–
(३) पाणी पुरवठा आणि टाकाऊ द्रव्याची विल्हेवाट
(४) औद्योगिक अपशिष्टांवरील उपचारांसंबंधी मूलभूत ज्ञान आणि प्रथा

वरील चारीही पुस्तकांचे मराठीतील अनुवाद मी पूर्ण केले असून त्यांची तज्ञांकडून तपासणीही झाली आहे. साहित्य-संस्कृति मंडळाने त्या भाषांतरांचे छपाईचे कामही हाती घेतले आहे. त्यातील क्र. १ च्या पुस्तकाच्या फक्त पहिल्या खंडाची छपाई पुरी झाली आहे, क्र. २ ची छपाई बरीचशी पूर्ण झाली आहे, क्र. ३ ची छपाई पूर्ण होऊन मंडळाने त्याचे प्रकाशनही केले आहे. क्र. ४ च्या छपाईचे काम पुरे होऊन त्याचे प्रकाशन आता होत आहे. या चारही पुस्तकांच्या भाषांतरांची तज्ञ म्हणून श्री. बेडेकर यांनी तपासणी केली व त्यांनी दिलेल्या

महत्वाच्या सूचनांमुळे व सहाय्यामुळेच ही भाषांतरे योग्य प्रकारे माझ्या हातून होऊ शकली हे मी कृतज्ञतापूर्वक नमूद करू इच्छितो.

प्रस्तुत "औद्योगिक अपशिष्टावरील उपचारासंबंधी मूलभूत ज्ञान व प्रथा" या पुस्तकातील ज्या इंग्रजी शब्दांबद्दल मराठी पारिभाषिक शब्द वापरले आहेत ते इंग्रजी शब्द त्या त्या मराठी शब्दाबरोबरच कंसात इंग्रजीत दिले आहेत.

मूळ इंग्रजी शब्दांऐवजी मराठी शब्द वापरताना मला खालील शब्दकोशांची विशेष मदत झाली.

१) मराठी विश्वकोश, खंड १८.
२) पारिभाषिक शब्दसंग्रह-- Central Hindi Directorate, Ministry of Education, Govt. of India.
३) वैद्यानिक पारिभाषिक संज्ञा- डॉ. गो. रा. परांजपे.
४) स्थापत्य शिल्प कोश- श्री. रा. वि. मराठ.
५) इंजनिअरी शब्दावली, भाग १ व २- Standing Commission for Scientific & Technical Terminology, Ministry of Education, Govt. of India.

इंग्रजी पारिभाषिक शब्दांना पर्यायी मराठी शब्द वापरताना जरी संस्कृताधिष्टित शब्दांची प्रामुख्याने निवड करण्याचा प्रयत्न केला असला तरी तसे करताना मराठी भाषेची जडण घडण मी लक्षात घेतली आहे व संस्कृतप्रमाणेच इतर भाषांतील इतकेच काय पण इंग्रजी भाषेतीलही जे शब्द मराठीत रूढ झाले आहेत त्याना मी डावलले नाही. तसेच नवीन शब्द तयार करतांना भाषेतील समतोल बिघडून तीत कृत्रिमपणा न निर्माण व्हावा म्हणून शक्य तो प्रयत्न केला आहे.

प्रस्तुत पुस्तकाचे हस्तलिखित विभिन्न अवस्थातून जात असताना त्याची काळजीपूर्वक तपासणी करण्यात अनेकांची मला मदत झाली. छपाईचे कामही "सन्मित्र प्रिंटर्स," सांगली यानी काळजीपूर्वक व सुबक करून दिले याबद्दल त्या सर्वांचा मी आभारी आहे. व हे एक उपयुक्त कार्य करण्याची संधी महाराष्ट्र राज्य साहित्य-संस्कृति मंडळाने मजवर सोपविल्या-बद्दल मंडळाचा व विशेषतः मंडळाचे पूर्वीचे अध्यक्ष तर्कतीर्थ लक्ष्मणशास्त्री जोशी व सध्याचे अध्यक्ष श्री. सुरेश बारलिंगे यांचा मी ऋणी आहे.

सांगली — वि. ह. केळकर

दिनांक २ सप्टेंबर १९८२

To my dear wife, Joan, and my children
for their love and patience

(माझी प्रिय पत्नी जोन, आणि मुलांच्या
प्रेम आणि संयमाप्रीत्यर्थ)

उपोद्घात

स्वास्थ्य अभियांत्रिकी शिकविणारा महाविद्यालयीन प्राध्यापक, आपल्या अशिलाच्या समस्या सोडवू इच्छिणारा सल्लागार अभियंता, अपशिष्टा (waste) विषयीच्या समस्या आणि त्यावरील उपाय नागरी अधिकाऱ्यांना समजावून सांगण्याइतके ज्ञान आवश्यकतया असलेला नगरपालिकेचा अभियंता आणि आपल्या कंपनीकडून पाणीपुरवठा दूषित होऊ नये अशी इच्छा असलेला औद्योगिक संयंत्रावरील अभियंता, अशांच्या सारख्या अनेक लोकांच्या गरजा पुऱ्या करणे हा या पुस्तकाचा उद्देश आहे.

अनेक भिन्नभिन्न उद्दिष्टे पुरी करू शकेल अशा पुस्तकांतून ते उपयुक्त होण्याकरता अनेक दृष्टिकोनातून या विषयाचा साहजीकच समाचार घ्यावा लागेल. ह्या कामाच्या संबंधीच्या कल्पना मी १९५१ पासून गोळा करू लागलो, व गेल्या दहा वर्षांत त्यांच्या रूपरेखेत अनेक वेळा मला बदल करावा लागला. अंतिम स्वरूपात या विषयाचे चार विभाग पाडण्यात आले आहेत.

पहिल्या विभागात, सभोवतालच्या परिस्थितीवर अपशिष्टाचा होणारा परिणाम, योग्य प्रकारे संयंत्राचे परिचालन करून अपशिष्टाचे प्रमाण कसे कमी करावे, संग्राहक नाल्यात (त्याची) विल्हेवाट होण्यापूर्वी लागणाऱ्या अंतिम उपचारांचे गणन कसे करावे, अपशिष्टावर कराव्या लागणाऱ्या उपचाराची अगर विद्यमान उपचारांच्या कार्यक्षमतेची निश्चित माहिती मिळविण्याकरता नाल्यातून कसे नमुने घ्यावे आणि शेवटी प्रदूषण वाढू नये म्हणून नाल्याचे संरक्षण कसे करावे, ह्या संबंधी औद्योगिक अपशिष्ट–अभियंत्यास अवश्य असणाऱ्या माहितीतील मूलभूत बाबींचा, समावेश केला आहे.

दुसऱ्या विभागात, अपशिष्टावरील उपचारांच्या उपपत्तींची काळजीपूर्वक माहिती गोळा केली आहे. समस्या एकमेकांशी तंतोतंत सारख्या नसल्यामुळे, अभ्यासकात–आणि आम्ही सर्व ह्या विषयाचे अद्यापि अभ्यासकच आहोत,– कोणची उपचारपद्धती आपणास सर्वांत जास्त उपयुक्त होईल हे ठरविता यावे म्हणून औद्योगिक अपशिष्टावरील उपचारांच्या संपूर्ण क्षेत्राचे सुसंगत चित्र प्राप्त करावे लागते. दुसऱ्या विभागात केवळ तरंगणाच्या आणि कलील द्रव्यांच्या निष्कासनासंबंधीच फक्त चर्चा केली नसून त्यांच्या प्रभावलोपन (neutralization), समानीकरण, प्रमाणीकरण; आणि विरघळलेल्या अकार्बनिक (inorganic) लवणांच्या निष्कासनासंबंधीही चर्चा केली असल्याने अपशिष्ट–जलोपचारावरील रूढ पाठ्यपुस्तकांपासून हा विभाग भिन्न आहे. उपपत्त्यांत फारसा बदल झाला नसल्याने अन्य लेखकांनी अभिव्यक्त केलेल्या उपपत्त्यांच्या सारख्याच त्या आहेत. तथापि विरघळलेल्या कार्बनी घनपदार्थांच्या निष्कासनांसंबंधी नवीन कल्पना या विभागात जरूर सादर करण्यात आल्या आहेत.

तिसऱ्या विभागात अभियांत्रिकी व्यवसाय पद्धतीवर जोर देण्यात आला आहे आणि समस्यांची प्रत्यक्ष उदाहरणे देऊन त्यांची उकल करून दाखविली आहे. कागदावर निर्दशित केल्याप्रमाणे प्रत्यक्षात सैद्धांतिकरित्या कार्य क्वचितच होऊ शकते; आणि जागेवर अनेकवेळा त्याप्रमाणे ते होतही नाही. त्याची अनेक कारणे असतात. अर्थशास्त्र, जनमत, व्यक्तिगत मतभेद, स्थानीय कायदे आणि रीतिरिवाज, विशिष्ट औद्योगिक अपशिष्टासंबंधीचे सामाजिक पूर्वानुभव, सल्लागार अभियंत्याचा विरोधी सल्ला, स्थानीय औद्योगिक विकास मंडळाचा दृष्टिकोन, आणि अन्य अनेक घटकांची, संकलित केलेले सिद्धान्त उत्तम प्रकारे व्यवहारात आणता येतील अगर कसे हे ठरविण्यास, मदत होते.

तिसऱ्या विभागातील प्रत्येक प्रकरणात मला माहीत आहेत अगर त्या मी स्वतः अंमलात आणल्या आहेत अशा बाबींची मी प्रत्यक्ष नोंद केली आहे. ज्याप्रमाणे वैध बाबींचा कायद्याच्या विद्यार्थ्याला अभ्यास करावा लागतो त्याप्रमाणे वाचकाला त्यांवरून विश्लेषणे आणि निष्कर्ष टप्प्याटप्प्याने समजून घेता येतील. ह्या विभागात अंतर्भूत असलेला मूलभूत प्रश्न, औद्योगिक अपशिष्टावर स्वतंत्रपणे उपचार करावेत अगर नागरी व्यवस्थेच्या जोडीने करावेत, हा आहे. अनेक उदाहरणांत, सैद्धांतिकरीत्या संयुक्तपणे उपचार करण्याची जरूरी असते, पण प्रत्यक्षात स्वतंत्र उपचाराची मागणी केली जाते. म्हणून अपशिष्टावरील उपचाराच्या विशिष्ट पद्धतींची शिफारस करण्याची कारणे आपणास माहीत असली पाहिजेत.

धंद्यातील विस्तार आणि बाजारातील फेरबदल, यांच्यामुळे अलीकडे लागणाऱ्या संयंत्राच्या पुनःस्थापनाच्या बाबतीत जागेच्या निवडीकरता स्वतंत्र प्रकरण असणे विशेष प्रकारे उपयुक्त होईल. देशातील बरीचशी जमीन वापरली जाईल तसतसे उद्योगधंदे, शहरे, राजमार्ग, उपवने, आणि जलाशय, ह्यांच्या जागांच्या निवडीस अधिक महत्व येईल.

महत्वाच्या सर्व द्रवीय औद्योगिक अपशिष्टांच्या संबंधी चौथ्या विभागात स्वतंत्र विवेचन केले आहे. ह्या विषयावर वास्तविक संपूर्ण पुस्तकाची, सामान्यतः, गरज लागेल. नवीन दृष्टि-कोन वापरुन सर्व उद्योगधंद्यांचे मी पांच प्रकारात वर्णन केले आहे : परिधान (apparel), अन्नप्रक्रिया, द्रव्ये, रसायने, आणि ऊर्जा हे ते प्रकार आहेत. प्रत्येक अपशिष्टाचा सर्वंकष अभ्यास सादर करण्याचा माझा प्रयत्न नाही; कारण त्या प्रत्येकाकरताच केवळ एकेक स्वतंत्र पाठ्य-पुस्तक लागेल. त्या ऐवजी प्रत्येक द्रवीय अपशिष्टांचे स्वभावधर्म, मूळ स्वरूप, वैशिष्टये आणि अधिमान्य उपचार अशा स्वरूपात संघनित मूल्यांकन केले आहे.

याशिवाय, प्रत्येक प्रकारच्या अपशिष्टासंबंधी लागणाऱ्या माहितीचा संदर्भ अतिसहज उपलब्ध होईल अशी विस्तृत ग्रंथसूचि तयार केली आहे. विशिष्ट प्रकारच्या अपशिष्टावर जलद आणि कार्यक्षम संशोधन करू इच्छिणाऱ्यांनाही ती अतिमोलाची होईल.

ह्या पुस्तकात सादर केलेली विस्तृत आणि विभिन्न माहिती कोणाही एका लेखकाला गोळा करणे शक्य नसल्याने, हे पुस्तक लिहिताना मी अन्य लेखकांच्या ह्या विषयावरील मूळ लिखाणातून ती भरीव प्रमाणात उसनवार घेतली आहे आणि त्याबद्दल ह्या लेखकांच्या तसेच डॉ. विलेम रुडॉल्फ्स (Willem Rudolfs), डॉ. Hovhannes Heukelekian, आणि डॉ. हेरोल्ड ऑर्फोर्ड (Harold Orford), ह्या माझ्या शिक्षकांच्या ऋणाचा कृतज्ञतेने मनापासून उल्लेख करीत आहे. तसेच शेकडो मूलगामी संशोधक व ज्या कालिकांत त्यांचे संशोधन प्रसिद्ध झाले आहे त्यांचा मी ऋणी आहे. ह्या पुस्तकात उतारे उद्धृत करण्याची ज्या खालील प्रकाशकांनी परवानगी दिली त्यांचा आणि "जर्नल ऑफ दी वॉटर पोल्यूशन कंट्रोल फेडरेशन," वॉशिंग्टन, डी. सी; "वेस्ट्स इंजनिअरिंग," न्यूयॉर्क, एन. वाय; "इंडस्ट्रियल वॉटर ॲन्ड वेस्ट्स," शिकॅगो, इलिनॉइस, आणि "प्रोसीडिंग्ज ऑफ दी पडर्यू युनिव्हर्सिटी इंडस्ट्रियल वेस्ट कॉन्फरन्सेस," लफेट (Lafayette), इंडियाना, इत्यादि असंख्य संस्थांचा मी गुणगौरव करतो.

सायरॅक्यूज, न्यूयॉर्क.
ऑक्टोबर १९६२.

एन्. एल्. एन्.

अनुक्रमणिका

विभाग I

मूलभूत ज्ञान आणि प्रथा

विभाग II

उपपत्त्या

विभाग III

प्रयुक्ति

विभाग IV

महत्वाची औद्योगिक अपशिष्टे

"संस्कृतीच्या सुरवातीपासून प्रत्येक राष्ट्राची मूलभूत संपत्ति आणि विकासाचा उगम तिच्या नैसर्गिक साधनांतून बऱ्याच प्रमाणात झालेला आहे.

भरपूर पाणीपुरवठ्याचे आपल्या राष्ट्राला वरदान मिळाले आहे; परंतु आपणाला ह्या वरदानावर आत्मसंतुष्ट होऊन चालणार नाही. हल्ली आपण ३०० अब्ज गॅलनपेक्षा जास्त पाणी वापरतो, पण त्यातील बऱ्याचशा पाण्याचा अपव्यय होतो. १९८० सालात आपणास दररोज ६०० अब्ज गॅलन पाण्याची जरुरी लागेल......

आपली लोकसंख्या आणि उद्योग जलदगतीने वाढत आहेत आणि त्यात शीघ्रगतीने बदल होत आहे......

आपल्या देशातील नद्या आणि नाल्यांतील प्रदूषण भीतिदायक परिसीमेला पोहोचले आहे... ..

घरगुती, शेतकीविषयक, औद्योगिक, करमणुकीच्या—अशा सर्व प्रकारच्या गरजा पुऱ्या होण्याकरता आपणाला तेच पाणी पुनः पुनः वापरावे लागेल आणि त्यासाठी त्याचा दर्जा आणि राशी टिकवावी लागेल. देशातील अनेक क्षेत्रात आपणास पाणीपुरवठ्याच्या नवीन स्थानांची जरुरी भासेल, पण सर्व क्षेत्रांत जे पुरवठे आपणापाशी आहेत त्यांचे संरक्षण आपणास करावेच लागेल. सध्याचे सुधारणेचे प्रयत्न पुरेसे नाहीत......स्वतःच्या अपशिष्टांवरील उपचारांच्या बाबतीत उद्योगधंदे फार मागे आहेत."

अध्यक्ष जॉन एफ. केनेडी

फेब्रुवारी १९६१ मध्ये महासभेस पाठवलेला संदेश

भाग I

मूलभूत ज्ञान आणि प्रथा

: १ :

अपशिष्टांचा नाल्यावरील परिणाम आणि अपशिष्ट-जलोपचार-संयंत्रे–

१–१. नाल्यांच्यावरील परिणाम–

सर्व औद्योगिक अपशिष्टे नाल्याच्या सामान्य जीवनावर कोणच्यातरी स्वरूपात परिणाम करतात (४)* जेव्हा हा परिणाम "सर्वोच्च वापराकरता" नाल्यास स्वीकृती देता न येण्या इतका जास्त होतो तेव्हा तो (नाला) प्रदूषित झाला आहे असे म्हणतात. सर्वोच्च वापर या, शद्बांनी जो आशय व्यक्त केला आहे तोच त्याचा अर्थ आहे. पिण्याकरता, आंघोळीकरता मासेमारीकरता आणि इतर कारणाकरता हा उपयोग केला जातो. ६ व्या प्रकरणात ह्यांच्या उपयोगाचे तपशीलवार विवेचन केले आहे. नाला प्रदूषित अवस्थेप्रत पोहोचण्यापूर्वी, अपशिष्टाची राशि काही प्रमाणात पचवू शकतो. सर्व साधारणपणे, ज्यांचा लोक वापर करीत नाहीत असे मोठे, जलद वाहणारे आणि दूरवर्ती नाले अपशिष्टांची राशी बऱ्याच प्रमाणात सामावून घेऊ शकतात. पण कोणच्याही प्रकारचे प्रदूषक द्रव्य अति प्रमाणात वाढल्यास त्यांचा उपद्रव होतो आणि प्रदूषणाची परिस्थिती निर्माण होते. एकादा नाला प्रदूषित झाला आहे असे जेंव्हा बोलले जाते तेव्हा विशिष्ट प्रकारच्या प्रदूषकाने तो **अतिसंपृक्त** झालेला असतो. खालील **द्रव्ये प्रदूषणास कारणीभूत होऊ शकतात :**

अकार्बनिक लवणे	तापविलेले पाणी
अम्ले आणि/अथवा क्षार	रंग
कार्बनिक द्रव्य	विषाक्त (toxic) रसायने
तरंगते घनपदार्थ	सूक्ष्म जीव
तरक (पाण्यापेक्षा हलके)	किरणोत्सर्गी द्रव्ये
घनपदार्थ	फेस निर्माण करणारे द्रव्य

बहुतेक औद्योगिक अपशिष्टात, तसेच निसर्गातही अकार्बनिक द्रव्ये आढळून येतात. त्याच्यामुळे पाण्यात "कठोरता" (hardness) निर्माण होते आणि औद्योगिक, नागरी, शेतीविषयक कामासाठी अशा नाल्यातील पाण्याचा उपयोग करणे इष्ट असत नाही. कठोर पाण्याच्या वापरामुळे अनेक अडचणी निर्माण होतात पण त्यापैकी कांही थोड्या अडचणींचाच येथे उल्लेख केला आहे.

---

* कंसातील आकडे प्रकरणाच्या शेवटी दिलेल्या संदर्भ ग्रंथ सूचीतील संदर्भ दाखवितात

लवणयुक्त पाण्यामुळे शहरांतील पाण्याचे वितरण होणाऱ्या नळांत पोपडे जमतात, त्यामुळे प्रवाहाला होणाऱ्या प्रतिरोधात वाढ होते आणि नळांची एकंदर क्षमता कमी होते. पाण्यातील कठोरतेमुळे वस्त्र-निर्मिती-उद्योगातील रंगकामास व सुरानिर्मितीमधील सुराकार्यालय आणि कॅनिंग, ह्या उद्योगातून तयार होणाऱ्या पदार्थांच्या दर्जास बाधा येते. कठोर पाण्यात असलेले मॅग्नेशियम सल्फेट विशेषेकरून त्रासदायक असते आणि माणसावर त्याचा विरेचक (cathartic) परिणाम होतो. क्लोराइड आयनांच्यामुळे विद्युत्-विसंवाही (insulating) कागदाची संवाहिता (conductance) अनिष्ट प्रमाणात वाढते. वस्त्र - निर्मिती करणाऱ्या गिरण्यात तयार झालेल्या उच्च प्रतीच्या कागदांवर लोहामुळे ठिपके आणि डाग पडतात; तसेच कॅनरीमध्ये प्रक्रिया केलेल्या मटरच्या दाण्यावर कार्बोनेटमुळे कठीण टरफले तयार होतात. कठोरता असलेल्या बहुतेक प्रकारच्या पाण्यामुळे बॉयलरमधील नळयांवर पापुद्रे तयार होतात आणि ज्वलन कक्षांतून पाण्याकडे होणाऱ्या उष्णतेच्या संक्रामणात (transfer) बाधा पडते. ह्या अवस्थेस " बॉयलर स्केल " असे म्हणतात. त्यामुळे बॉयलरची कार्यक्षमता कमी होते आणि परिचालन खर्चात वाढ होते.

आणखी एक तोटा असा असतो कीं, योग्य पर्यावरण– (environment) परिस्थितीत, विशेषेकरून, नायट्रोजन आणि फॉस्फरस सारख्या अकार्बनिक द्रव्यांच्या लवणामुळे पृष्ठीय जलातील अतिसूक्ष्म (शेवाळे) वनस्पतींची वाढ होण्याची प्रवृत्ती असते. जरी शेवाळे दुय्यम प्रकारचे प्रदूषण असले तरी त्याला अत्यंत महत्व येऊ शकते. अपशिष्ट - अभियंत्यांनी ह्या अपशिष्ट - द्रवांच्या अकार्बनिक पदार्थांच्याकडे अतिशय कमी लक्ष दिले आहे.

ह्या समस्येचे लक्षात घेण्यासारखे आणखी एक अंग आहे; कठोरतेचा संपूर्ण अभाव असल्यास संक्षारक आणि/अथवा बेचव पाणी निर्माण होते. पाण्यात कांही प्रमाणात लवणे (कठोरता) असली तर पृष्ठभागावरील संरक्षक पटलाच्या विकासात वाढ होते आणि त्यामुळे पाणी अधिक चवदार बनते. उदाहरणार्थ : भट्टीतून माल तयार करणाराना असे वाटते कीं, कॅलशियमच्या विशेष सांद्रणामुळे पावावर सोनेरी पिंगट आवरण तयार होण्यास मदत होते.

म्हणून पाणी पुरवठ्यात काही अकार्बनिक द्रव्ये असणे इष्ट असते. (पाण्यातील अशा, द्रव्याच्या) अस्तित्वापेक्षा त्याची राशि ही महत्वपूर्ण बाब असते.

रासायनिक आणि औद्योगिक संयंत्रातून सोडलेल्या अम्लामुळे आणि / अथवा क्षारामुळे पोहणे आणि नौकानयनासारख्या केवळ करमणुकीकरताच नव्हे तर माशांच्या आणि इतर जलीय जीवांच्या निर्मितीस हे नाले उपयुक्त होत नाहीत. जर पाण्यातील pH चे मूल्य ७ च्या खाली आणण्यास पुरेशी अशी सल्फ्यूरिक अम्ले असली आणि मुक्त क्लोरीन पाण्यात नसले तर

पोहोणारांचे डोळे जळजळण्यास, कोळ्यांची जाळी जलदीने खराब होण्यास, जहाजांच्या सांगाड्यावर (Hull) गंज जलद चढण्यास ती कारणीभूत होतात. जलीय जीवांच्यावरील सल्फ्यूरिक अम्लाची विषाक्तता (toxicity) ही pH चे परिणामी फलन (function) असते; म्हणजेच जी मात्रा मृदु पाण्यात हानिकारक होते तीच कठोर अगर उच्चप्रमाणात प्रतिरोधित केलेल्या (buffered) पाण्यात अगदी निरुपद्रवी होऊ शकेल. जर मासे जिवंत ठेवावयाचे असले तर नाल्यातील pH, ४·५ पेक्षा कमी असता कामा नये असे सर्वांचे एक मत आहे. तथापि प्रदूषणाच्या औद्योगिक स्थानापाशी pH चे मूल्य २ इतके कमी आणि ११ इतके जास्त असणे शक्य असते.

क्षाराचे एकादे उदाहरण द्यावयाचे झाल्यास, पाण्यात उच्चप्रमाणात विलेय असलेल्या सोडियम हायड्रॉक्साइडचे देता येईल. त्यामुळे क्षारता आणि pH वर परिणाम होतो. साबण तयार करणे, वस्त्रे रंगविणे, रबराची पुनःप्राप्ती करणे, कातडी कमावणे इत्यादि धंद्यांचा समावेश असलेल्या कारखान्यातील अपशिष्टांत सोडियम हायड्रॉक्साइड आढळून येते. ज्या नाल्यातील पाण्यात दर दशलक्ष भागांस २५ भागांइतके कमी सोडियम हायड्रॉक्साइड असते ते नाले माशांना मारक ठरल्याची नोंद आहे. बॉयलरच्या पोषण - जलातील क्षाराच्या दाहक क्रियेमुळे नळ ठिसूळ होतात. ह्या प्रदूषकांमुळे जलोपचार संयंत्रांवर प्रतिकूल परिणाम होतात. उदाहरणार्थ, ज्या उपचार संयंत्रात तुरटीचा किलाटक म्हणून वापर केला जातो तेथे अम्ल आणि क्षारांचे भार धक्का बसण्याइतके असतात आणि पुंजके बनण्याच्या क्रियेत त्यांचा अडथळा येतो.

कार्बनिक द्रव्यामुळे नाल्यातील ऑक्सिजनचा साठा संपुष्टात येतो आणि अप्रिय चव, वास आणि पूतिदूषित (Septic) परिस्थिती निर्माण होते. ऑक्सिजनच्या अभावामुळे मासे व बहुतेक जलचर जीव गुदमरून जातात आणि नाल्यातील इतर परिस्थितीसह ऑक्सिजनच्या प्रमाणावर माशांचे जीवन आणि मरण अवलंबून राहते. मासे जिवंत राहण्याकरता विलीन ऑक्सिजनचे प्रमाण दर दशलक्ष भागात ३ ते ४ भाग, ppm, असावे लागते. ही क्रांतिक व्याप्ती असल्याचे मानले जाते. पाण्यात ३ ppm ऑक्सिजन असताना माशांच्या काही जाती जगू शकत नाहीत पण तितकीच ऑक्सिजनची कमी पातळी असताना अन्य जातींच्या माशांवर किंचितही परिणाम होत नाही, हे आपणास माहीत आहे. उदाहरणार्थ, ट्राऊट मासें संवेदनक्षम असतात आणि त्याना ५ ppm च्या जवळपास ऑक्सिजनचे सांद्रण लागते. पण अपमार्जक (scavanger) कार्प मासे १ ppm इतका कमी ऑक्सिजन असतांनाही जगू शकतात. कार्बनिक पदार्थांच्यामुळे कमी झालेली ऑक्सिजनची ही त्रुटी स्वयमेव नाल्याच्या प्रदूषणातील एक अत्यंत आक्षेपार्ह घटक आहे असे मानण्यात येते.

फेनॉल्ससारखी काही विशिष्ट कार्बनिक रसायने घरगुती पाणी पुरवठ्यात निर्माण झालेल्या चवीस कारणीभूत असतात. ही वस्तुस्थितीसुद्धा महत्त्वपूर्ण आहे. फेनॉल्स असलेल्या काही नद्यांतील पाणी विहिरींत झिरपून जाते आणि औषधासारखी आक्षेपार्ह चव निर्माण होते. उघड दिसणाऱ्या चव निर्माण करणाऱ्या प्रदूषकांच्या जोडीला तितकेसे उघड न दिसणारे कार्बनिक द्रव्यही पाण्यात असते व त्यामुळे अस्वस्थता आणि रोगनिर्मितीची शक्यता असते.

तरक घनपदार्थ तळाशी बसतात अगर काठावरून वाहून जातात आणि त्यांचे विघटन होते. त्यामुळे दुर्गंधी सुटते आणि नदीच्या पाण्यातील ऑक्सिजन कमी होतो. नाल्यातील ऑक्सिजनचा अंश कमी झाल्याने पुष्कळवेळा मासे मरण पावतात व तळाशी साचणाऱ्या घन-पदार्थांच्या अंडजनन क्षेत्रांवर (spawning grounds) आवरण घालण्याकडे आणि प्रचारणास (propogation) अवरोध करण्याकडे प्रवृत्ति निर्माण होते.

दृश्य अवमलामुळे विरूप देखावा निर्माण होतो आणि मनरंजनासाठी नदीचा उपयोग करता येत नाही. ह्या घनपदार्थांच्यामुळे जलमार्गातील गढूळपणाही वाढतो. जरी प्रत्येक नाल्याचा घनपदार्थांची राशि सुरक्षितपणे वाहून नेण्याची क्षमता एकसारखी नसली तरी बहुतेक प्रदूषणावर नियंत्रण घालणाऱ्या प्राधिकरणांचे असे विनिर्देश असतात कीं, नाल्याच्या योग्य वापरास बाधा न येईल अशा प्रकारे योग्य मर्यादेतच तरंगते पदार्थ नाल्यात सोडावेत.

(पाण्यापेक्षा हलके) तरते घनपदार्थ– तेले, ग्रीज, आणि पृष्ठभागावर तरंगणाऱ्या अन्य द्रव्यांचा ह्यात समावेश होतो. त्यांच्यामुळे नदीचे दृश्य बिघडते; शिवाय पाण्यातून प्रकाश जाण्याच्या मार्गांत अडथळा येऊन वनस्पतीरूपी महत्वाच्या अन्नाची वाढ कमी होते. (१) नैसर्गिक पुनर्वातनास अडथळा येणे; (२) विशिष्ट माशांना व जलजीवांना विषाक्त ठरणे; (३) जलपृष्ठावर पुरेशाप्रमाणात पसरले असताना आगीचा धोका निर्माण होणे; (४) किनाऱ्यावरील वनस्पतींचा नाश होणे; (५) बॉयलरमध्ये भरण्याकरता आणि प्रशीतनाकरता पाणी वापरता न येणे; (६) पाणी बेचव बनून त्यात दुर्गंधी निर्माण होणे आणि निस्यंदकातील वाळूवर चिवट पटलाचा लेप बसून जलोपचाराच्या रूढ पद्धतीत अडचण निर्माण होणे; (७) पाण्याच्या पृष्ठभागावर विद्रुप पटल निर्माण होणे, हे तेलाच्या नाल्यातील अस्तित्वावरील विशिष्ट आक्षेपांपैकी काही आहेत.

तापवलेले पाणी– संघनित्रातील (Condenser) पाण्यासारखी अपशिष्टे नाल्यात सोडल्यामुळे पाण्याच्या तपमानात वाढ होऊन अनेक प्रतिकूल परिणाम घडून येतात. उदाहरणार्थ, ज्या नाल्यातील तपमान तासातासाला बदलते त्यातील पाण्यावर नागरी व औद्योगिक जलोपचार संयंत्रात प्रभावीपणे करणे फार अवघड असते. तसेच औद्योगिक प्रशितनात प्रवाहातील

तापवलेल्या पाण्याचे मोल कमी असते. वस्तुतः, एखाद्या उद्योगामुळे नाल्यातील तपमान इतके वाढते कीं, त्याच्या शेजारील अनुप्रवाही दिशेकडील उद्योगात त्या पाण्याचा वापर करता येत नाही; शिवाय, थंड पाण्यापेक्षा गरम पाणी हलके असल्याने त्याचे स्तरीभवन होते आणि परिणामतः बरीचशी मासळी उलट नाल्याच्या तळाशी जाते. थंड पाण्यापेक्षा गरम पाण्यात विरघळलेला ऑक्सिजन कमी असल्यामुळे जलीय जीवांची हानी होते आणि अशा गरम पृष्टजलात सोडलेल्या कोणच्याही कार्बनिक प्रदूषणामुळे नैसर्जिक जैवी अवक्रमणाकरता (biological degradation) कमी ऑक्सिजन उपलब्ध होतो तसेच उच्चतम तपमानात जीवाणुक्रिया (bacterial action) वाढते आणि परिणामतः नाल्यातील ऑक्सिजनच्या मूलसामग्रीचे त्वरित रिक्तीकरण होते.

रंग– वस्त्रनिर्मिती आणि कागद गिरण्या, कातडी कमावण्याचे कारखाने, खाटिकखाने, व अन्य उद्योगात निर्माण होणारा रंग हा प्रदूषणाचा द्योतक असतो. अपशिष्ट–जलातील संमिश्रणे प्रकाशातील विशिष्ट तरंग–लांबींचे शोषण करतात आणि उरलेल्यांचे परावर्तन होते. ही गोष्ट नाल्यांतील रंगनिर्मितीस कारणीभूत असल्याचे सामान्यपणे मान्य करण्यात आले आहे. रंगामुळे नाल्यात सूर्यप्रकाशाचे संक्रामण होण्यास अडथळा येतो व म्हणून प्रकाश–संश्लेषण–(Photo synthesis) क्रियेत घट होते. तसेच वातावरणातून ऑक्सिजनचे अवशोषण. होण्यासही अडथळा येतो– अर्थात यासंबंधी निश्चित पुरावा उपलब्ध नाही.

उद्योगधंद्यात अनेकवेळा अदृश्य प्रदूषणापेक्षा दृश्य प्रदूषणामुळे अधिक अडचणी निर्माण होतात. निरुपद्रवी व अदृश्य असे प्रदूषण शासकीय संस्थांच्या कडून चालू दिले जाते, पण दृश्य प्रदूषणाच्या बाबतीत अशी परिस्थिती असत नाही. खाटिक खान्यातील अपशिष्टांचे लाल अगर गडद तपकिरी रंग, कागद गिरण्यांतील अपशिष्टांचे तपकिरी रंग, वस्त्रनिर्मितीच्या गिरण्यांतील अपशिष्टांचे निरनिराळे भडक रंग, आणि मुलामा देण्याच्या कारखान्यांतील अपशिष्टांचे पिवळे रंग, यांच्यामुळे अशा उद्योगधंद्यावर प्रत्यक्षपणे लोकांचा राग अनेकवेळा केंद्रित होतो. अशा सहज दिसून येणाऱ्या प्रदूषणाविरुद्ध तक्रार होणे स्वाभाविकच आहे. प्रदूषण झाले आहे असे दिसून येत असलेल्या नद्यांच्या बाजूच्यावरील मालमत्तेचे मूल्य घटते. औद्योगिक अपशिष्ठांनी उच्च प्रमाणात विवर्ण झालेल्या नाल्यांत थोडेच लोक पोहोतील, नौकानयन करतील, अगर मासे पकडतील. याशिवाय औद्योगिक व नागरी अपशिष्टांच्या संयंत्रांना फार अडचणी सोसाव्या लागतात व अनुपचारित पाण्यातून रंग नाहीसा करण्यात अति अल्प यश प्राप्त होते.

विषाक्त रसायने– अकार्बनिक आणि कार्बनिक अशी दोन्हीही विषाक्त रसायने, अत्यल्प प्रमाणात सांद्रण झाले असले तरी, गोडया पाण्यातील माशांना व अन्य जलजीवांना

विषकारक होऊ शकतात. नागरी उपचार-संयंत्रातून ह्या संमिश्रणांपैकी अनेकांचे निष्कासन झालेले नसते आणि माणसाच्या पचन व्यवस्थेवर संचयी परिणाम होतो. टॉक्सॅफेन, डीलड्रिन, आणि डायक्लोरोबेंझेन या कृमिनाशकांच्यामुळे मासे मरून जातात असा त्यांच्यावर आरोप केला जातो. कापूस आणि तंबाकूवर भुकटी फवारण्याकरता वापरण्यात आलेल्या कृमिनाशकांचा भारी पावसानंतर जास्तीत जास्त परिणाम होतो; म्हणून द्रावणात ते अधिक विघातक असतात. तरीसुद्धा कृमिनाशक आणि मूषक नाशक औषधे नाल्यातून शोधून काढणे कठीण असते.

वस्त्रनिर्मिती कारखाने आणि कंपन्यांच्या करता रासायनिक उद्योगांनी तयार केलेली व उच्च प्रमाणात गुंतागुंत असलेली रासायनिक संमिश्रणे मत्स्यजीवनास अत्यंत विषाक्त असल्याचे सिद्ध झाले आहे. नवीन विशिष्ट प्रकारचे संश्लिष्ट तंतू निर्माण करण्या करता वापरण्यात येणाऱ्या कच्चा द्रव्याचे ॲक्रिलोनायट्राइल हे एक उदाहरण आहे.

कोष्टक– १–१.

पाणी पुरवठ्यातील रासायनिक घटक अगर संमिश्रणांच्या अंशावर घातलेल्या मर्यादा (६).

	स्वाभाविक अनिवार्य मर्यादा, ppm	शिफारसित मर्यादा, ppm
शिसे	०-१	
फ्ल्यूराइड	१-५	
आर्सेनिक	०-०५	
सेलेनियम	०-०५	
क्रोमियम (हेक्सॅव्हॅलंट)	०-०५	
तांबे		३-०
लोह व मँगेनीज एकत्रितपणे		०-३
मॅग्नेशियम		१२५
जस्त		१५
क्लोराइड		२५०
सल्फेट		२५०
फॅनॉलच्या स्वरुपात फेनालिक संमिश्रणे		०-००१
एकूण घनपदार्थ इष्ट–		५००
एकूण घनपदार्थ अनुज्ञेय–		१०००
स्वाभाविक कार्बोनेट (Ca Co 3)		१२०
कठोरतेवरील अतिरिक्त क्षारता (Ca Co 3)		३५
p H (25oc)		१०-६

काही लवणात कमी सांद्रण असले तरी ती बहुतेक विशिष्ट प्रकारच्या जलजीवांना विषाक्त होतात. म्हणून ४०० ppm सांद्रण असलेली क्लोराइडे, तसेच ५ ppm सांद्रणाची हेक्सँव्हॅलंट क्रोमियम संमिश्रणे माशांना विषकारक असतात असे सांगण्यात येते. ०·१ ते ०·५ ppm इतक्या कमी सांद्रणात तांबे जीवाणु व सूक्ष्म जीवांना विषकारक ठरते, आणि जरी ऑयस्टरच्या आळचांच्या विन्यासा (setting) करता तांब्याचे सांद्रण ०·०५ ते ०·०६ लागले तरी त्यांच्यातील काही जातीना ०·१ ते ०·५ च्या पेक्षा जास्त सांद्रण विषाक्त ठरते. ही तीन्ही लवणे नाल्यात अनेकवेळा आढळतात.

$P_2 O5$ च्या सारखी गुंतागुंतीची अकार्बनिक फॉस्फेटे, जलशुद्धीकरण संयंत्रातील सामान्य किलाटन आणि अवसादन क्रियात, ०·५ ppm इतक्या कमी पातळीत असताना सुद्धा दिसून येण्या इतके अडथळे आणतात. ही समस्या सोडविण्यासाठी किलाटनाची मात्रा वाढवावी लागते व अवसादन कालावधीत वाढ करावी लागते (२). दर दशलक्ष भागांत एक भागापेक्षा जास्त संकेंद्रण असलेली फेनॉल्स नाल्यात असणे आक्षेपार्ह असल्याचे आढळून आले आहे. यूनायटेड स्टेटस सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा कार्यालयाने शिफारस केलेल्या पाण्याच्या दर्जाच्या मर्यादांची यादी कोष्टक १–१ मध्ये दिली आहे (६).

सूक्ष्म जीव– कातडी कमावण्याचे कारखाने आणि खाटिक कारखान्यासारख्या काही उद्योगांतून जीवाणू असलेली अपशिष्टे प्रस्रावित होतात. भाज्या आणि फळांची कॅनरीसारखी संयंत्रे नाल्यातील जीवाणु-संगदूषणात (contamination) भर घालतात. हे जीवाणु, सामान्यपणे दोन प्रकारचे असतात: (अ) जसजशी अनुप्रवाही दिशेने अपशिष्टे खाली जातात तसतसे कार्बनिक द्रव्याच्या अवक्रमणास (degradation) मदत करणारे जीवाणू. ह्या प्रक्रियेत नाल्यात " बीजारोपण " होण्यास व ऑक्सिजनचे पाण्यात अवनमन (sag) त्वरित होण्यास मदत होते. (आ) केवळ अन्य जीवाणूनाच नव्हे तर मनुष्यप्राण्यालासुद्धा रोगमूलक ठरणारे जीवाणू ज्या ठिकांणी कधीकधी अँथ्रॉक्सने संसर्गित (infected) झालेल्या प्राण्यांच्या कातड्यावर प्रक्रिया करण्यात येते तेथील अशा कातडी कमावण्याच्या कारखान्यांत निर्माण झालेला अँथ्रॉक्स जीवाणू हे दुसऱ्या प्रकारचे उदाहरण आहे.

किरणोत्सर्गी द्रव्ये– भंजनक्षम (fissionable) द्रव्याची निर्मिती, शांततेच्या काळातील अणुशक्तीचा वाढता वापर, अणुशक्तीच्या सुविधांचा प्रक्षेपित विकास यांच्यामुळे स्वास्थ्य–अभियांत्रिकी क्षेत्रात नवीन जटिल समस्या उद्‌भवल्या आहेत. किरणोत्सर्गी अपशिष्टांची विल्हेवाट लावण्याची समस्या अनन्य असते (१), कारण विकिरणाचे (radiation) परिणाम तात्कालिक अगर दीर्घकालीन असू शकतात, आणि जिवंत कोशावर संचरी हानीकारक परिणाम करणारे विकिरण हे एक छद्‌मी (insidious) संदूषक असते. $Sr^{९०}$ आणि $Cs^{१३७}$ सारख्या

उच्च प्रमाणात क्रियाशील असलेल्या काही विशिष्ठ किरणोत्सारी समस्थानीय द्रव्यांतून (radio isotopes) दीर्घकालपर्यंत (मानवी अवस्थेच्या अनेक पिढ्या) शक्ती बाहेर पडत असते. पर्यावरणातील (environment) संदूषकांचे अस्तित्व निर्धारित करण्याकरता, सामान्यपणे वापरण्यात येणाऱ्या पद्धतीनी ह्या विकिरणाचा सहजा सहजी पत्ता लागत नाहीं. तसेच नाल्याच्या जीवन शास्त्रविषयक आणि जलविज्ञानविषयक वैशिष्ठ्यांचा विकिरणशीलतेच्या (radio activity) उद्ग्रहणावर (uptake) गाढा प्रभाव पडणे शक्य असते.

सध्या भंजनित मिश्रपदार्थातील आजीव उपयोगाकरता, अणुशक्ति आयोगाच्या मताप्रमाणे, लागणारे कमाल सुरक्षित सांद्रण दर मिलिलिटरला १×१०^{-७} मायक्रोक्यूरी इतके असावे लागते म्हणून नियंत्रक संस्थांच्या तसेच लोकांच्या दृष्टीने किरणोत्सर्गी अपशिष्टांमुळे होणाऱ्या नाल्यांच्या पृष्ठभागांवरील संदूषणास प्रतिबंध करणे ही अतिशय काळजीची बाब झाली आहे (५)

फेस निर्माण करणारे द्रव्य– वस्त्र निर्मिती करणाऱ्या गिरण्या, लगदा आणि कागदाच्या गिरण्या,आणि रासायनिक संयंत्रे, यांच्यासारख्या कारखान्यांतून प्रस्रावित केलेल्या फेस निर्माण करणाऱ्या द्रव्यामुळे संग्राहक नाल्यात अनिष्ट देखावा दिसू लागतो तो संदूषणाचा सूचक असतो. आणि नाल्यातील ऑक्सिजनच्या अभावापेक्षाही अनेक वेळा तो जास्त आक्षेपार्ह असतो. (या कारणामुळे) अनेक खटले कोर्टात लढवले गेले आहेत आणि पाण्यातील अदृश्य अंशांच्यापेक्षा नाल्यातील देखावा विषयक पुराव्यावरून ते जिंकले गेले आहेत. फेस निर्माण करणारी अपशिष्टे प्रस्रावित करण्याच्या बाबतीत उद्योगधंद्याना ही बाबच प्रत्यक्षपणे मार्गदर्शक म्हणून उपयोगी पडेल.

१–२. वाहितमलाच्या (sewage) संयंत्रावरील परिणाम–

घरगुती मलव्यवस्थेत आपल्या अपशिष्टांची चांगल्या प्रकारे विल्हेवाट लावणे शक्य असते असे गृहीत धरणे उद्योगधंद्याच्या बाबतीत स्वाभाविकच असते. आपल्या शहरातील निस्सारण व्यवस्थेत वाहून येणारी कोणचीही अपशिष्टे स्वीकारण्याची आपली जबाबदारी आहे असे नागरी अधिकाऱ्यांना बरेचवेळा वाटते. परंतु अपशिष्टांच्या गुणधर्मांविषयीची वस्तुस्थिती, ती हाताळण्याची मलव्यवस्थेची क्षमता, आणि अपशिष्टांचे मलव्यवस्थेवर होणारे परिणाम, हे समजून घेतल्याशिवाय कोणच्याही अपशिष्टाच्या प्रस्रावास नागरी अधिकाऱ्यांनी स्वीकृती देऊ नये. शहरी निस्सारण व्यवस्थेच्या **सर्व** घटकांच्याबर होणारे अपशिष्टांचे परिणाम जाणून घेणे अत्यंत महत्वाचे असते.

औद्योगिक अपशिष्टांच्या प्रदूषणाचे निष्कासन करण्यासाठी वाहितमलोपचारी संयंत्र पुरेशा क्षमतेचे– योग्य प्रकारचे– असले पाहिजें. कोणच्याही प्रकारचे औद्योगिक अपशिष्ट

हाताळू शकेल अशा वाहितमलोपचार संयंत्राचे अभिकल्पन करणे सैद्धांतिकरीत्या जरी शक्य असले तरी सध्याची संयंत्रे हे उद्दिष्ट पार पाडू शकत नाहीत.

मलवाहिन्या आणि उपचार संयंत्रावरील परिणाम सहज निश्चित करता येतील अशा अपशिष्टांच्या प्रदूषणविषयक वैशिष्ठ्यांचे स्थूल वर्गीकरण खाली केले आहे.
१) जीवरसायनी ऑक्सिजन मागणी (Biochemical oxigen demand); २) तरंगते घनपदार्थ; ३) तरती आणि रंगित द्रव्ये; ४) राशि; आणि ५) अन्य हानिकारक घटक.

घरगुती वाहितमलाची प्रदूषणविषयक वैशिष्ठ्ये आणि काही औद्योगिक अपशिष्टांची वैशिष्ट्ये, यांची तुलना कोष्टक १–२ मध्ये केली आहे.

जीवरसायनी ऑक्सिजन मागणी– (BOD)

ही मागणी विलीन आणि कलील कार्बनिक द्रव्याकडून सामान्यपणे प्रभावित केली जाते (exerted), व उपचार संयंत्रातील जीवसंबंधीं घटकांवर भारित केली जाते. जीवाणूंची वाढ व्हावी आणि कार्बनिक द्रव्याचे ऑक्सिकरण व्हावे म्हणून ऑक्सिजनची तरतूद करावी लागते. म्हणून कार्बनिक अपशिष्टातील वृद्धीमुळे परिवर्धित झालेल्या BOD करता जीवाणुविषयक अधिक सक्रियता, अधिक ऑक्सिजन, आणि त्याच्या उपचाराकरता जीवसंबंधी घटकांची अधिक क्षमता असावी लागते. ह्यामुळे, भांडवली खर्च आणि परिचालनाचा रोजचा खर्च, अशा दोन्हीत वाढ करावी लागते.

तथापि, सर्व विलीन अगर कलील कार्बनिक द्रव्यांचे सारख्याच प्रमाणात आणि तितक्याच सहजतेने अगर त्याच मात्रेत ऑक्सिकरण होत नाहीं. उदाहरणार्थ, स्टार्च, प्रथिने, अगर चरबी, यांच्यापेक्षा शर्करांचे ऑक्सिकरण अधिक सहजतेने होते. म्हणून औद्योगिक कार्बनिक द्रव्याच्या विघटनाचा वेग, वाहितमलातील कार्बनिक द्रव्याच्या विघटनाच्या वेगापेक्षा, जास्त अगर कमी असू शकतो, आणि जीवविषयक घटकांचे अभिकल्पन आणि परिचालन, यांचे बाबतीत हा फरक विचारात घेतला पाहिजे. म्हणून खाजगी उद्योग आणि नागरी यंत्रणा, यांनी निस्तारणाची व्यवस्था एकत्रितपणे हाती घेण्यापूर्वी औद्योगिक अपशिष्टांतील ऑक्सिकरण क्षमतेचे निर्धारण केले पाहिजे. ज्यामुळे वापरलेल्या ऑक्सिजनचे आणि अनेक द्रावणांतून प्रस्तुत झालेल्या कार्बन डाय ऑक्साइडचे मापन तात्काळ करता येईल अशा वॉर्बर्ग अगर तत्सम श्वसनमापक– (respirometer) चांचण्या घेऊन हे साधता येते.

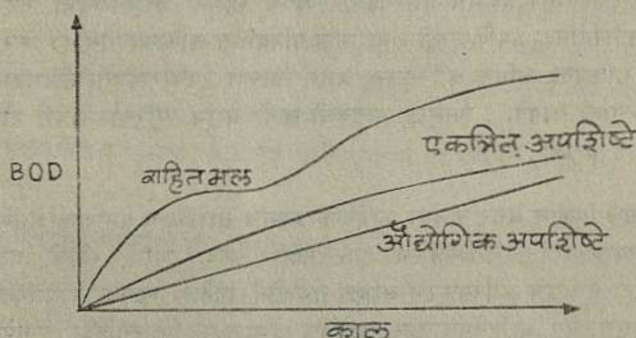
एका विशिष्ट औद्योगिक अपशिष्टाचा वाहितमल संयंत्रावर होणारा परिणाम आ. १–१ मधील आरेखात दाखविला आहे.

सारणी १–२.

औद्योगिक अपशिष्टांतील प्रदूषणविषयक भार आणि घरगुती वाहितमल यांची सर्वसाधारण तुलना ७)–

	समतुल्य *	लोकसंख्या
	जीवरसायनी ऑक्सिजन मागणी	तरंगते घनपदार्थ
घरगुती वाहितमल	१	१
कागद गिरणीतील अपशिष्टे	१६ – १३३०	६१००
कातडी कमावण्यातील अपशिष्टे	२४ – ४८	४० – ८०
वस्त्रनिर्मिती गिरणीतील अपशिष्टे	०.४ – ३६०	१३० – ५८०
कॅनरीतील अपशिष्टे	८ – ८००	३ – ४४०

* रोजच्या निर्मितीच्या प्रत्येक गटातील माणसे



आ. १-१. वाहितमल, एक विशिष्ट औद्योगिक अपशिष्ट, आणि या दोन्हींच्या एकत्रित ऑक्सिजनीकरणाच्या ऱ्हासाचा वेग.

तरंगते घनपदार्थ– कॅनरी आणि कागद गिरण्यांच्या सारख्या अनेक उद्योगांच्या अपशिष्टात तरंगते घनपदार्थ बऱ्याच प्रमाणात सापडतात. निस्तारण संयंत्राजवळ हे घनपदार्थ वाहितमलातून गाळण्यात येतात आणि अवस्थापित करण्यात येतात. अवस्थापन करून काढून टाकलेल्या घनपदार्थास अवमल (sludge) म्हणतात. उपचारण या नावाने ज्ञात असलेल्या वातनिरपेक्ष (anaerobic) विघटन–प्रक्रियेतून अवमलास जावे लागते, आणि नंतर शुष्कन स्तरांच्यावर अगर निर्वात निस्यंदकात त्यातील जादा पाणी काढून टाकण्याकरता तो पंप केला

जातो. औद्योगिक अपशिष्टांतील काही अवस्थापनीय तरंगत्या घनपदार्थामुळे अवमलावरील उपचारणात अडथळा येण्याची शक्यता असते. सूक्ष्म कंकर व धातूचे अविलेय अवक्षेप (precipitates) हे अशा घनपदार्थांची उदाहरणे आहेत.

औद्योगिक अपशिष्टांतील तरंगते घन पदार्थ, वाहितमलातील तरंगणाऱ्या घनपदार्थाच्यापेक्षा, अधिक जलद अगर सावकाश अवस्थापित होणे शक्य असते. तथापि, अवस्थापनेचा वेग कसाही असला तरी, उपचार– संयंत्रावरील अवमल उपचारणाच्या सुविधांत पंप केली पाहिजे अशी राशि, असे औद्योगिक अपशिष्ट मिसळल्यामुळे, वृद्धिगत होते. नागरी वाहितमलापेक्षा औद्योगिक घनपदार्थांचे अवस्थापन जर अधिक जलद होत असेल तर अवमल फार साचून राहू नये म्हणून अवमलाचे निष्कासन अधिक जलद करावे. शिळया अवमलाच्या अधिकतम राशी द्रोणींच्या तळातून "खरडून" (scored off) टाकल्या म्हणजे मलप्रवाहातील अवमल कमी होतो. जलद गतीने अवस्थापन होणारे औद्योगिक अपशिष्ट वाहितमलातील घनपदार्थांच्या अवस्थापनाची गती वाढवते; सावकास अवस्थापन होणाऱ्या अपशिष्टाला अधिक दीर्घ विश्रामकाल (detention period) लागेल आणि अधिक मोठया द्रोण्या लागतील. शिवाय अवमलाच्या विघटनाची शक्यता वाढेल व त्यामुळे जेव्हा वाहितमलाचा प्रवाह मंद असतो त्या काळात उपद्रव निर्माण होईल. पाचित्रे (digestors), शुष्कन स्तर, आणि निस्यंदक यांचे अभिकल्पन, क्षमतेच्या प्रत्येक एककाकरता घन पदार्थाचे विशिष्ट वजन हाताळू शकतील असे केलेले असल्याने, त्या व्यवस्थेतील मागणीत कोणच्याही प्रकारे वाढ झाल्यास, अवमल हाताळण्यासाठी अधिक मोठी साधने सामान्यतः लागतील, आणि शेवटी संयंत्राच्या क्षमतेत वाढ करण्याची जरूरी लागेल व परिणामतः भांडवली आणि परिचालन खर्च अधिक करावा लागेल.

औद्योगिक अपशिष्टांची अवस्थापन– वैशिष्टये, वाहितमलासह आणि त्याच्याशिवाय अशी दोन्हीही, उद्योग आणि नगर व्यवस्था, यांच्यात करार होण्यापूर्वी निर्धारित करावी. अवमलाची संघनता (consistancy) एकूण निष्कासित तरंगत्या घनपदार्थांची टक्केवारी आणि त्यांचे वजन, ह्या अवस्थापन – वैशिष्टयांचे मूल्यांकन करण्याच्या कसोटया आहेत.

तरती द्रव्ये आणि रंगित पदार्थ–

तेल, ग्रीज, आणि वस्त्रनिर्मितीच्या गिरण्यातील रंग, यांच्या सारखी तरती द्रव्ये आणि रंगित पदार्थ जाणायेणाऱ्याला उपद्रव देणारे न आवडणारे प्रदूषणाचे दृश्य प्रकार आहेत. वसाहत अगर क्षेत्रीय विकासाची गती दृश्य प्रदूषणामुळे कमी होते, कारण शिबिरे घेणे, नौकानयन, पोहणे, मासे पकडणे यांच्या सारख्या शरिराने आणि मनाने सुदृढ असणाऱ्या लोकांच्या जीवनशक्तीस अपरिहार्य असणाऱ्या मनोरंजनास त्यामुळे उत्तेजन मिळत

नाही. तसेच, ज्या नाल्यात दिसून येण्याइतके प्रदूषण झाले आहे तेथे कोणीही उद्योग धंदा काढू इच्छित नाही. उद्योगांच्या अभावामुळे, शहर, जिल्हा आणि राज्यांच्या वाढीची गती आणखी मंदावते, कारण कराचा पैसा कमी म्हणजे विकास कमी ! म्हणून रंग आणि तरत्या पदार्थांच्यासारखे उपद्रव वाहितमलोपचार-संयंत्राच्या सहाय्याने दूर करणे अत्यावश्यक असते.

आधुनिक उपचार-संयंत्राने प्राथमिक अवस्थापन टाक्यात ग्रीजच्या सामान्य भाराचे निष्कासन होईल पण पायसीकरण (emulsified) झालेली धोबीघरे, खाटिकखाने, जुडाइची (rendering) संयंत्रे, कारखान्यातील असामान्य उच्चभारी ग्रीजमुळे (जाळ्यां, कंकरकक्ष, आणि अवस्थापन–द्रोण्यांसारख्या) प्राथमिक घटकातून, ते जीवविषयक संचातून जात असताना, प्रवाह–वितरण–साधने आणि वायु तोटयां चोंदून जातात. हे सच दीर्घकाल बंद पडल्यामुळे नाल्यात संगदूषण होईल आणि मत्स्यजीवनाची आकस्मात हानि होईल.

वाहितमल संयंत्राच्या उपचार संचाने रंगाचे निष्कासन करण्यात गुंतागुंती निर्माण होते आणि ती सोडविण्यासाठी प्रभावी उपायाचे विकसन करण्यात आतापर्यंत फारच कमी श्रम घेतले गेले आहेत. उत्तर कॅरोलायनातील ठिबकणाऱ्या निस्यंदकातून प्रवेशी प्रवाहातील रंगकामाचा रंग ३४ ते ७४ टक्क्यांइतका काढून टाकण्यात येत असल्याचे लेखकाला आढळून आले (२). उलट पक्षी अतिभारित प्राथमिक संयंत्रामुळे त्यांतून अपशिष्ट जात असताना, रंगाची १२ टक्के वाढ झाली. रंगाचे गुणधर्म आणि माप, यांचे ज्ञान असणे अवश्य असते. बहुतेक रंगित पदार्थ अत्यंत विलीन अवस्थेत असल्यामुळे, प्राथमिक रूढ साधनांच्यामुळे, त्याच्यात बदल होत नाही; असे असले तरी, उत्प्रेरित अवमल व ठिबकणाऱ्या निस्यंदकांच्या सारख्या दुय्यम उपचार संचांतून रंगित द्रव्यांच्या काही प्रकारांचे ठराविक टक्केवारीत निष्कासन होते. रंग काढून टाकण्याकरता वाहितमलोपचार संयंत्राचे, सामान्यतः अभिकल्पन केलेले नसते, म्हणून या घटकात काही घट झाल्यास तो एक सुदैवी योगायोग म्हणावा लागेल. पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे नाल्याला हानि पोहोचत असल्याने, विल्हेवाटीच्या नागरी संयंत्रात रंगाचे निष्कासन करण्याच्या बाबतीत भविष्यकालात अधिक विचार झाला पाहिजे. म्हणून अपशिष्टातील रंगद्रव्याचा प्रकार आणि राशि यांचे सुस्पष्ट निर्धारण होणे, उद्योगधंद्यात अनिवार्य असते. तसे झाले म्हणजे अभियंत्याना घरगुती वाहितमलाकरता अभिकल्पित केलेल्या उपचारांतून रंगनिष्कासनाच्या बाबतीत काही प्रमाणात भाकित करता येईल.

राशि– विल्हेवाट करण्याच्या संचांच्या अभिकल्पनात राशीचा विचार करणे ही एकच बाबसुद्धा महत्वाची असते. वाहितमल संयंत्रातील संच पुरेसे मोठे असले तर ते संयत्र, प्रवाह कितीही असला तरी तो, हाताळू शकते.

परंतु, जेव्हा एखाद्या नवीन औद्योगिक कारखान्यातून अपशिष्टाच्या प्रवाहास अनुमती मिळण्याकरता विनंति केली जाते तेव्हा, दुर्दैवाने बहुतेक वाहितमल संयंत्रे आधीच कार्यवाहीत आलेली असतात, म्हणून सर्व संचाची जलीय क्षमता विश्लेषित केली पाहिजे. धारण क्षमते करता (carrying capacity) मलवाहिन्यांची, क्षैतिज प्रवाह वेगाकरता सळयांच्या जाळयांची, विश्रामकालाकरता पृष्ठीय आणि बांधावरील प्रवाह–वेगांची व ठिबकणाऱ्या निस्यंदकांची तपासणी केली पाहिजे.

संघनित्र–जलासारखे (Condenser water) तुलनेने स्वच्छ अपशिष्ट असलेल्या उद्योगाला, सामान्यपणे, अपशिष्ट थंड करून संग्राहक नाल्यात प्रत्यक्षपणे सोडता येईल आणि वाहितमलोपचार संयंत्रावरील अतिभारण टाळता येईल. ह्या अभ्युपायामुळे (Expedient) निस्तारण संयंत्रावरील भांडवली आणि परिचालन खर्चात बचत होईल. तथापि, बाह्यतः स्वच्छ दिसणारे पाणी प्रत्यक्षपणे निस्तारित करण्याचे मान्य करण्यापूर्वी विलीन घनपदार्थांच्या बाबतीत त्यांची काळजी पूर्वक तपासणी केली पाहिजे. अपशिष्ट–जलातील मोठ्या प्रमाणात असलेल्या घनपदार्थाचे थोडेसे जरी सांद्रण झाले तरी त्याचा परिणाम कधीकधी घनपदार्थाच्या एकूण भारणावर होतो.

अन्य हानिकारक घटक – प्रदूषण भारांच्या अतिरिक्त हानिकारक अंतर्वस्तू औद्योगिक अपशिष्टांत असणे शक्य असते. ह्या अपशिष्टांच्यामुळे मलव्यवस्थेच्या आणि । अगर निस्तारण संयंत्राच्या परिचालनात बिघाड होतो. ह्यातील काही उपद्रव आणि त्यांचे परिणाम खाली दिले आहेत.

(अ) कार्बनिक पदार्थाच्या ऑक्सिकरणाकरता लागणाऱ्या एंझाइम्सचे बंधन करून जीवविषयक ऑक्सिकरणात (Cu^{++}, Cr^{VI}, Zn^{++}, Cn^{-1}) ह्या विषाक्त धातूंच्या आयनांचा अडथळा होतो.

(आ) पिसांच्यामुळे तोटया, चोंदतात, पाचित्रांच्यावर अतिभारण होते, आणि पंपाच्या योग्य परिचालनास अडथळा येतो.

(इ) चिंध्यांच्यामुळे पंप आणि झडपा चोंदून जातात, आणि सळयांच्या अगर विचूर्णकांच्या (Comminutor) योग्य परिचालनात अडथळा येतो.

(ई) अम्ले आणि क्षारांच्यामुळे नळ, पंप व उपचार संचावर गंज चढतो, अवसादनास अडथळा येतो, वाहितमलाच्या जीवविषयक शुद्धिकरणास बाधा येते, दुर्गंधी सुटते, आणि रंगात तीव्रता येते.

(उ) ज्वालाग्राही पदार्थांच्यामुळे आगी लागतात आणि स्फोट होतात.

(ऊ) चरबीच्या तुकड्यांच्यामुळे तोटचा व पंप चोंदतात, आणि पाचित्रे अतिभारित होतात.

(ए) अनिष्टकर वायूंच्यामूळे कामगाराना प्रत्यक्ष धोका असतो.

(ऐ) प्रेक्षालकांच्या (Detergents) मुळे वातनसंचात फेस निर्माण होतो.

संदर्भ ग्रंथ –

१ – गॉर्मन, ए. ई., "वेस्ट डिस्पोजल अँज रिलेटेड टू साइट सिलेक्टेड," ३ रे पूर्वमुद्रित, अमेरिकन इन्स्टिटचुट ऑफ केमिकल इंजनिअर्स, डिसेंबर १२–१६, १९५५.

२ – मॉस, एछ. व्ही., "कंटिन्यूइंग रिसर्च रिलेटेड टू डिटर्जंट्स इन वॉटर अँड स्युवेज ट्रीटमेंट", स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, १०, ११०७–१११३, (आक्टोबर १९५७).

३ – नमेरो, एन. एल., आणि टी. ए. डॉबी, "कलर रिमूव्हल इन वेस्ट वॉटर ट्रीटमेंट प्लँट्स" स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०,९,११६० (सप्टेंबर १९५८)

४ – नेंमेरो, एन. एल., "वॉटर वेस्ट्स ऑफ इंडस्ट्री," ५ व्या क्रमांकाचे प्रकाशन, फॅक्ट्स फॉर इंडस्ट्रीज सीरीज, इंडस्ट्रियल एक्स्पेरिमेंट प्रोग्रॅम, नॉर्थ कॅरोलायना स्टेट कॉलेज, रॅले, नॉर्थ कॅरोलायना, १९५६.

५ – पॅलँज, आर. सी., जी. जी. रोबेक आणि सी. हेंडर्सन., "रेडिओ ॲक्टिव्हिटी अँज ए फॅक्टर इन स्ट्रीम पोल्यूशन," १९० वे पुनर्मुद्रण, अमेरिकन इन्स्टिटचूट ऑफ केमिकल इंजनिअर्स, डिसेंबर १२-१६, १९५५

६ – "ड्रिंकिंग वॉटर स्टँडर्डस्", युनायटेड स्टेट्स पब्लिक हेल्थ सर्व्हिस, पब्लिक हेल्थ रिपोर्टस् ६१, ११, ३७१–३८४, (मार्च १९४६).

७ – "सर्व्हे ऑफ दि ओहिओ रिव्हर," इंडस्ट्रिअल वेस्टस् गाइड्स सप्लिमेंट D, युनायटेड स्टेट्स पब्लिक हेल्थ सर्व्हिस १९४३.



:२: अपशिष्टाच्या राशी कमी करणे–

संग्राहक नाले आणि उपचार संयंत्रातील औद्योगिक अपशिष्टांच्या राशी कमी करणे ही त्यांच्यावरील अशा अपशिष्टांचा परिणाम कमी करण्याची साधारणपणे पहिली पायरी असते. (१) अपशिष्टांचे वर्गीकरण; (२) अपशिष्ट जलाचे संरक्षण; (३) अपशिष्टे कमी करण्याकरता निर्मितीत बदल करणे; (४) अनुपचारित पाणीपुरवठ्याकरता औद्योगिक आणि नागरी मलनिःस्त्रावांचा पुनः उपयोग करणे; अशा उपायांनी हे साध्य करता येईल.

२–१. अपशिष्टांचे वर्गीकरण–

विनिर्मिती प्रक्रियेतील पाणी शीतनजलापासून वेगळे करण्या-करता, अपशिष्टांचे वर्गीकरण करून अतिशय उपचारांची जरुरी असलेल्या पाण्याची राशि भरीव प्रमाणात कमी करावी. प्रक्रिया-जलाचे स्वयंही वर्गीकरण करणे आणि ती वेगवेगळी करणे कधीकधी शक्य होते, व त्यामुळे जास्तीत जास्त प्रदूषित झालेल्या पाण्यावरच उपचार करता येतात; आणि तुलनेने संदूषित नसलेले पाणी उपचार न करता सोडून देता येते उद्योगातील अपशिष्टांचे सर्वसाधारण खालीलप्रमाणे तीन वर्ग पाडता येतील.

(अ) विनिर्मिती–प्रक्रियांतील अपशिष्टे– फिरत्या तारांच्या यंत्रावर कागद तयार करणे, धातुरचनांतील मुलाम्याच्या द्रावणातील अपचय, दुग्धव्यवसायाच्या संयंत्रातील दुधाच्या बरण्या धुणे, वगैरेंच्या करता वापरण्यात येणाऱ्या पाण्याचा यात समावेश होतो.

(आ) औद्योगिक प्रक्रियांत शीतन–साधन म्हणून वापरण्यात येणारे पाणी– हे पाणी प्रक्रिया केलेल्या पाण्यातून निष्कासित केलेल्या एकूण Btu वर अवलंबून असते. ह्या अपशिष्टांची राशि उद्योगाप्रमाणे बदलते. एका मोठ्या परिष्करण शालेतून (refinery) दररोज एकूण १५० दशलक्ष पाणी प्रस्त्रावित होते. व त्यातील दर दिवशी ५ द. ल. गॅलन (mgd) प्रक्रियेतील अपशिष्ट असते. उरलेल्या पाण्यात किंचित संदूषित झालेलें अपशिष्ट होते. अल्प गळतीमुळे शीतन–जल जरी संदूषित होण्याची शक्यता असते तरी, संक्षारण पदार्थ व उष्णतेची जोड, यांच्यामुळे या अपशिष्टात, काही असलेच तर, थोडकेच कार्बनिक द्रव्य असते. आणि म्हणून त्या दृष्टिकोनातून ह्या अपशिष्टांचे प्रदूषण न करणारी असे वर्गीकरण करण्यात आले आहे.

(इ) स्वास्थ्यविषयक वापरातील अपशिष्टे ही दर माणशी २५ ते ५० गॅलनच्या

व्याप्तीत साधारणतः असतात. संयंत्राचा आकार आणि फरशीवर धुवून गटारात सोडलेल्या अपशिष्ट - निर्मित द्रव्यांच्या राशींचा समावेश असलेल्या अनेक घटकांवर ही राशी अवलंबून असते.

बहुतेक जुन्या संयंत्रांत प्रक्रिया जल, शीतन जल, आणि स्वास्थ्यविषयक अपशिष्टातील पाणी एकाच नळव्यवस्थेत मिसळलेले असते. १९३० सालापूर्वी, दुर्दैवाने नाल्यात प्रदूषण होण्याचे टाळण्यासाठी अपशिष्टे वेगळी करण्याकडे उद्योगधंद्याने फारच थोडे लक्ष दिले होते.

२–२– अपशिष्ट-जलाचे संरक्षण (Conservation)

पाण्याचे संरक्षण म्हणजेच अपशिष्टातील बचत होय. जेव्हा "उघड्या व्यवस्थे" ऐवजी उद्योगात "बंदिस्त" व्यवस्था अंमलात आणली जाते तेव्हा संरक्षणास सुरवात होते. उदाहरणार्थ, (ज्या तारेच्या जाळीवर कागद तयार होतो त्या जाळीमधून जाणाऱ्या) शुभ्र पाण्याचा कागदगिरणीत पुनः उपयोग (recyeling) करण्यात येतो. त्यामुळे वापरात येणाऱ्या धावन–जलाच्या राशीत घट होते. ही क्रिया म्हणजेच जलसंरक्षण प्रथा होय. सांद्रणित पुनरुपयोगित अपशिष्ट जलांवर, त्यांच्या उपयुक्त कालाच्या अखेरीस, पुष्कळवेळा, उपचार करण्यात येतात, कारण पुनः उपयोग न केलेल्या अपशिष्ट–जलावर सतत उपचार करणे व्यवहार्य आणि काटकसरीचे होत नाही. ह्यात पाण्यावरील खर्च आणि अपशिष्टाच्या उपचारावरील खर्च कमी होत असल्याने दुहेरी बचत होते.

कागदी पुठ्ठ्यांच्या गिरणीत उत्पादन होत असताना दर टनामागे १०००० गॅलन अपशिष्ट – जलाचा प्रस्त्राव होऊ शकतो, पण ह्या प्रस्त्रावात निरनिराळ्या गिरण्यात अनेक प्रकारे तफावत पडते. कागदाच्या गिरण्यांतील कागद – निर्मितीत दर टनामागे १,००,००० गॅलन इतक्या मोठ्या राशीपासून १००० गॅलन इतक्या अल्प राशीपर्यंत अपशिष्ट – जल निर्माण होते. दुसरा आकडा, सामान्यपणे, पाण्याच्या टंचाईचा आणि। अगर नाल्यात होणाऱ्या प्रदूषणाच्या जाणिवेचा परिणाम असतो, आणि ज्या उद्योगात अपशिष्टाचे निर्मूलन व पाण्याचे संधारण करण्याच्या समाधानकारक पद्धती वापरण्यात येतात, ते उद्योग काय साधू शकतात याचे त्यातून प्रत्यंतर मिळते.

एका मोठ्या सूतगिरणीत, नागरीपाण्याच्या टंचाईच्या काळात, आपल्या निर्मितीत किंचितही घट न करता, पाण्याचा वापर पन्नास टक्क्यानी कमी केला. लेखकाला असे दिसून आले कीं, गिरणीला बचत झाली तरी, टंचाई कमी होताच पाण्याचा वापर मूळ राशी इतका पुनः करण्यात आला. ह्या घटनेने जनमानसातील पाण्याच्या "सवंगपणाच्या" कल्पनेला पुष्टी दिली.

धातुपिंडाचे (ingotf) द्रुत शीतलन (quenching) करण्यासाठी पोलाद गिरण्यात शीतलन - जलाचा पुनः उपयोग केला जातो, आणि कोळशावर प्रक्रिया करताना घाण व अन्य ज्वालाग्राही नसणारे पदार्थ कोळशातून काढून टाकण्याकरता पाण्याचा पुनरुपयोग करण्यात येतो. पाण्याचा वापर कमी करता यावा म्हणून अनेक उद्योगांनी प्रतिधाराधावनाची (Counter Current) साधने बसविली आहेत.

बहुविध कुंडांचा उपयोग करून, मुलामा देण्याच्या (plating) उद्योगात सर्वांत जास्त वापरलेले पाणीच फक्त अपशिष्ट म्हणून सोडण्याकरता, पूरक (Make up) पाण्याचा उपयोग करण्यात येतो. तसेच, जल-नियामक साधनासारख्या स्वरुपात, स्वयंचलनाचा उपयोग करण्याने पाण्याचे संधारण करण्यास मदत होते.

२-३ अपशिष्टे कमी करण्याकरता उत्पादनात बदल करणे-

अपशिष्टांच्या राशीवर नियंत्रण ठेवण्याची ही एक पद्धत आहे. पण ती व्यवहारात आणण्यास फार अडचण पडते. केवळ अपशिष्टांचे निर्मूलन व्हावे म्हणून आपल्या परिचालनात बदल करण्यासाठी निर्मिती-कर्त्यांची मने वळविणे कठीण असते. सामान्यतः, रसायन - अभियंत्याकडून अभियांत्रिकी परिचालनाच्या टप्प्यांचे नियोजन केले जाते व त्यातील प्राथमिक उद्दिष्ट खर्चात बचत करणे हे असते. उलटपक्षी, स्वास्थ्य-अभियंत्याला प्रामुख्याने सार्वजनिक स्वास्थ्याचे व नैसर्गिक मूलसाधनांचे संरक्षण करावयाचे असते. असे असले तरीही दोन्ही अभियंत्यांची ही दोन्ही उद्दिष्टे साध्य करता येणार नाहीत असे कोणचेही कारण दिसून आलेले नाही.

विनिर्मितीचा अविभाज्य (integral) भाग म्हणून मुळातच अपशिष्टांवर उपचार करण्याचा विचार करावा. जर रसायन अभियंत्याने असा मुद्दा मांडला की मुळातच प्रदूषण कमी करण्याकरता, आपल्या निर्मिती पद्धतीत बदल करण्यासाठी कंपनीला खर्च करावा लागेल तर, स्वास्थ्य-अभियंत्याला केवळ जन पर्यावरणात सुधारणा करण्याचे कारण दाखविण्याशिवाय बरेच काही जास्त सांगता येईल. उदाहरणार्थ, रंग कामात सोडियम सल्फाइड, कल्हई कामात सोडियम सायनाइड, आणि अन्य रसायने विनिर्मितीत प्रत्यक्षात कमी करण्याने परिणामतः अपशिष्टे कमी होतात आणि खर्चात बचत होते असे त्याला दाखवून देता येईल. संयंत्रात वापरल्या जाणाऱ्या क्षार व अम्लांच्या राशींचे संतुलन करण्याने उदासीन अपशिष्ट निर्माण होते व त्यामुळे अपशिष्टावरील उपचारातील रसायने, पैसा, आणि वेळ, यांत बचत होते. ह्या वस्तुस्थितीचाही त्याला उल्लेख करता येईल.

२-४ अनुपचारित पाणीपुरवठ्याकरता औद्योगिक आणि नागरी अशा दोन्हींतील मलनिःस्त्रावांचा पुनरोपयोग करणे –

ज्या क्षेत्रात पाण्याची टंचाई आहे अगर पाणीपुरवठ्यास खर्च जास्त येतो अशा ठिकाणी प्रचारात आणलेली ही पद्धत लोकप्रिय झाली आहे व तिचा संधारण–खर्च कमी येतो. अनुपचारित जलपुरवठ्याकरता मल – निःस्त्रावांचा पुनरोपयोग करण्यात जरी अनेक समस्या निर्माण होत असल्या तरी नागरी अगर औद्योगिक अशा कोणत्याही पाणी पुरवठ्यात अशा समस्यांना तोंड द्यावे लागते हे लक्षात ठेविले पाहिजे. औद्योगिक जलनिःस्त्रावाच्या पुनरुपयोगात आढळून येणाऱ्या समस्यांच्या सारख्याच समस्या वाहितमल–निःस्त्रावाच्या पुनरोपयोगात उद्‌भवत असल्याने, येथे त्यांची एकत्रपणे चर्चा करण्यात येत आहे.

अनुपचारित जलपुरवठ्याकरता मलनिःस्त्रावांचा पुनरोपयोग करण्यात अनेक उद्योग व शहरे (व्यवस्था) कांकू करतात. उद्योग धंद्यांच्या व्यवस्थापकांना पुरेशी माहिती नसणे; नागरी आणि औद्योगिक उपभोक्त्यांना समाधानकारक व योग्य करार घडवून आणण्यात अडचणी येणे; कठोरता रंग वगैरे संबंधी तांत्रिक विशिष्ट समस्या निर्माण होणे; आणि कोणत्याही कारणा करता मलनिःस्त्राव हे पाण्याचे संभाव्य साधन म्हणून स्वीकार करण्यास सौंदर्यदृष्टीने अनिच्छा (aesthetic reluctance) असणे; ह्या कारणांचा त्यात समावेश असतो (१). ह्या शिवाय " चालू प्रथांत बदल करण्यास विरोध " ही पुनरुपयोगाला अडथळा आणणारी महत्वाची बाब आहे हे विसरून चालणार नाही.

पुनः वापरता येईल अशा अंतिम औद्योगिक निःस्त्रावातील कोणत्याही भागा (च्या उपयोगा) मुळे उपचार आणि निस्तारण करावी लागणारी राशि कमी होईल. तसेच नगरपालिकेने प्रस्तावित केलेल्या प्रदूषित राशीतही, वाहितमल- निःस्त्रावाच्या पुनरुपयोगामुळे घट येईल

निर्मितीकार्यातील पाण्याचा सर्वात मोठा उपयोग शीतनकार्याकरता असतो. ह्या कामी सामान्यतः फार पाणी लागत असल्याने, ज्या क्षेत्रात पाणीपुरवठ्यास फार खर्च येतो तेथे वसविलेल्या उद्योगात निःस्त्रावाचा पुनरोपयोग करण्यासंबंधी विचार करावा लागतो. सुदैवाने एकाद्या उद्योगासाठी जरी उपचारित नागरी पाणीपुरवठा उपलब्ध असला तरी निःस्त्रावाच्या पुनरुपयोगास येणाऱ्या खर्चाच्या तुलनेने या पाण्यावरील खर्च बहुतेक खूप जास्त असतो.

कागद कारखान्यांतील यंत्रात फवारा आणि धावन जल म्हणून पुनरुपयोगात आणल्या जाणाऱ्या शुभ्र जलासारखी अनेक उदाहरणे, मध्यस्थ मलनिःस्त्रावाच्या पुनरुपयोगासंबंधीच्या

साहित्यात दिली आहेत. तथापि, उपचारित मलनिःस्त्रावाच्या पुनरुपयोगाची प्रथा — अद्यापही बाल्यावस्थेत आहे; नागरी मलनिःस्त्रावाच्या पुनरुपयोगाची उदाहरणे बरीच आहेत. उदाहरणार्थ, पोलाद गिरणीतील प्रक्रियापरिचालनात वापरण्याकरता दररोज ६५ दशलक्ष गॅलन पाणी लागते व त्यावर उपचार करणाऱ्या एका वाहितमल–निःस्त्राव–उपचार–संयंत्राच्या अभिकल्पनाचे आणि कार्याचे वर्णन वोल्मनने केले आहे (२). तुरटी आणि क्लोरिनीकरणाचा एकत्रित उपयोग, कलीली करणाचा रूढ उपचार म्हणून, त्या संयंत्रात करण्यात आला; अंतिम जलात सरासरी ५ ते १० ppm गढूळपणा होता व कॉलीफॉर्म जीवाणूंचे संदूषण नव्हते व झाले असलेच तर ते अल्पसे होते. तोंड द्यावे लागलेली सर्वात गंभीर समस्या, उच्च सांद्रण झालेल्या क्लोराइडचे अस्तित्व, ही होती. ज्यात व्याज व परिशोधन (amortization) वगळले आहे पण पंपिंगचा खर्च धरला आहे अशा परिचालनाला दर द. ल. गॅलनला १.७५ डॉलर खर्च आला; अर्थात, ह्या आकड्यात अनुपचारित वाहितमलाच्या उपचाराचा खर्च धरलेला नाही. संग्रहण, उपचार, आणि अनुपचारित पाण्याच्या वाटपास येणाऱ्या व ज्यात कायम स्वरुपाच्या खर्चाचा समावेश केलेला नाही अशा पाण्यास दर द. ल. गॅलनला ५० ते २५० डॉलर प्रमाणे लागणाऱ्या नागरी खर्चाशी ह्या खर्चाची तुलना करणे मनोरंजक होईल. अनुपचारित पाण्यावर उपचार करण्याकरता दर द. ल. गॅलनला १५ ते ५० डॉलर इतका खर्च जरी त्यात मिळवला तरी पुनरुपयोगित निःस्त्राव परिणामतः; अनुपचारित पाण्याकरता स्वतंत्र साधनांचा विकास करून आलेल्या पाण्याच्या खर्चाच्या मानाने, कितितरी जास्त काटकसरीचा असतो.

वाहितमलातील बहुतेक निस्त्राव व नमुनेदार पृष्ठीय अगर विहिरीतील जल पुरवठ्यांतील पांच प्रमुख भेद कीटिंग आणि कॅलीज यांनी खालील प्रमाणे दाखविले आहेत. १) उच्चतर रंग; २) उच्चतर नायट्रोजनचा अंश; ३) BOD चा उच्चतर अंश; ४) एकूण उच्चतर विलीन घनपदार्थ; आणि ५) प्रक्षालकांच्यामुळे फॉस्फेट्सचे अस्तित्व. औद्योगिक निःस्त्रावात सुद्धा हे वैशिष्ठ्यपूर्ण भेद असतात, तसेच उच्चतर तपमानासारखे अन्य भेद असतात.

असे असून सुद्धा, युनायटेड स्टेट्सच्या अनेक विभागात, योग्य प्रकारे परिचालन होत असलेल्या दुय्यम वाहितमल–संयंत्रातील मलनिःस्त्राव, पृष्ठीय अगर विहिरीतील उपलब्ध जलपुरवठ्यापेक्षा, प्रत्यक्षात अधिक उच्च दर्जाचा असतो.

संदर्भ–

१– कीटिंग, आर. जे., आणि व्ही. जे. कॅलीज, "दि ट्रीटमेंट ऑफ सुवेज प्लँट एफ्ल्युअंट

फार वॉटर रीयूज इन प्रोसेस अँड बॉयलर फीड," टेक्निकल रीप्रिंट T-१२९, ग्रेव्हर वॉटर कंडिशनिंग कंपनी, १९५४.

२- वूल्मन, आबेल, "इंडस्ट्रियल वॉटर सप्लाय फ्रॉम प्रोसेस्ड स्युवेज ट्रीटमेंट प्लँट एफ्ल्युअंट अॅट बाल्टिमोर, मेरिलँड," स्युवेज वर्क्स जर्नल, २०, १, १५ (जानेवारी १९४८).



: ३ :   अपशिष्टांची शक्ति कमी करणें

औद्योगिक संयंत्राच्या बाबतीत अपशिष्टाची शक्ती कमी करणे हे दुसरे महत्वाचे उद्दिष्ट असते. औद्योगिक अपशिष्टातील प्रदूषणकारी द्रव्याची एकूण राशि कमी करण्याचे साधन शोधून काढण्याने अपशिष्टावरील उपचार कमी करता येतात व त्यामुळे पैशाची बचत होऊन चांगले फळ मिळते. १) प्रक्रियेत बदल, २) उपकरणांत सुधारणा, ३) अपशिष्टांचे वियोजन, ४) त्यांचे समानीकरण, आणि ५) उपपदार्थांची पुनः प्राप्ती करून अपशिष्टांची शक्ती कमी करता येते.

३-१. प्रक्रियेतील बदल –

प्रक्रियेत बदल करून अपशिष्टांची शक्ती कमी करण्यास, स्वास्थ्य अभियंत्याचा, प्रदूषणाच्या दृष्टीने अतिशय त्रासदायक असणाऱ्या अपशिष्टाशी संबंध येतो. त्यांच्या समस्या, (म्हणून त्या सोडविण्याचा) मार्ग, संयंत्र अभियंता अगर अधीक्षक यांच्या मार्गाहून, भिन्न असतात. प्रक्रियेत बदल करण्याकरता कधी कधी संयंत्र-अधीक्षकाकडून होणारा अत्यंत कडवा विरोध निष्प्रभ करावा लागतो. अधीक्षकाला परिचित काम चांगल्या प्रकारे करता येत असल्यानें त्याला बऱ्याच प्रमाणात सुरक्षा प्राप्त झालेली असते; केवळ नाल्यात प्रदूषण होऊ नये म्हणून तो आपले स्थान कशाला धोक्यात आणील ह्याचे कारण उघड आहे. उद्योगातील प्रगती जेव्हा खुंटते तेव्हा त्या उद्योगाचा विनाश होतो. सातत्याने आणि काटेकोरपणाने आपल्या निर्मिती तंत्राचे पूनर्विलोकन आणि विश्लेषण केल्याशिवाय कोणत्याही निर्मात्यास विद्यमान व्यापारी स्पर्धेस तोंड देता येणार नाही.

प्रक्रियेत बदल करून अपशिष्टविषयक समस्या सोडवलेल्या उद्योगांची अनेक उदाहरणे उपलब्ध आहेत. वस्त्रनिर्मिती आणि धातुरचना यांच्या संबंधीचे उद्योग ही प्रगतीशील व्यवस्थेची दोन उदाहरणे आहेत. पांजणी, किर्यारिंग (Kiering), विपांजणी (desizing) व रंगकामांतील प्रक्रियांतील उच्चप्रमाणात प्रदूषण झालेल्या अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीस वस्त्रसफाई गिरण्यांना तोंड द्यावे लागते. स्टार्च हे पांजणीद्रव्य विणण्यापूर्वी वापरण्याची प्रथा होती व तयार कापडातून जलविश्लेषण (hydrolisis) आणि निष्कासन केल्यानंतर ऑक्सिजनची मागणी करणाऱ्या गिरणीतील एकंदर द्रव्यांपैकी स्टार्च हे ३० ते ५० प्रतिशत् द्रव्यांचे मुळ होते. सेल्यूलोज पासून तयार केलेल्या पांजणीद्रव्याकडे उद्योगात औत्सुक्य दिसू लागले, कारण त्या द्रव्याचा BOD विषयक अगर विषाक्त परिणाम नाल्यामध्ये किंचितसा दिसत होता अगर मुळीच

होत नव्हता. कार्बोक्सी–मेथिल सेल्यूलोज सारखे बदली म्हणून उच्च प्रमाणात घातलेले सेल्यूलोजयुक्त मिश्रपदार्थ विकसित करण्यात आले व ह्या गिरण्यांच्यापैकी काहीत वापरण्यात आले. परिणामतः, विपांजणातील अपशिष्टातून मिळणारा BOD, वापरलेल्या सेल्यूलोजयुक्त पांजणीतील मिश्रपदार्थांच्या राशीच्या प्रमाणात, कमी झाला. (१)

धातूवर मुलामा देण्याच्या उद्योगातील प्रक्रियेत अगर द्रव्यात सात बदल सुचविले गेले. म्हणून सायनाइड शक्ति नाहीशी अगर कमी करण्याकरता (१) कॉपर सायनाइडच्या मुलाम्याच्या द्रावणाऐवजी अम्ल–ताम्र द्रावणे; (२) ताम्र मुलामाअवग्राहकाच्या आधी $CuCN_2$ च्या आघाता (strike) ऐवजी निकेलचा आघात; (३) नेहमीच्या वितळलेल्या सायनाइड अवगाहका (bath) करता कार्बूरीकर (carburizing) वातावरण आणि अमोनिया वायू वापरणाऱ्या कार्बो नायट्रायडिंग भट्टीची प्रतिस्थापना; असे बदल करावे.

आणि याखेरीज अन्य कारणाकरता, (४) किचकट नसलेल्यां भागावर पोलादावरील अम्लमार्जनाकरता (pickling) H_2SO_4 ऐवजी छऱ्यांच्या माऱ्याचा (shot blast) अगर अन्य अपघर्षक उपचारांचा उपयोग करावा; (५) अम्ल मार्जना करता H_2SO_4 ऐवजी H_2SO_4 वापरावा, (६) साठवणाच्या काळात चढलेला हलका गंज काढून टाकण्याकरता पूर्वी वापरण्यात येणाऱ्या अम्ल द्रावणांच्या ऐवजी क्षारीय गंजनिष्कासक वापरावा; ह्या प्रक्रियेमुळे एकूण pH मध्ये जवळ जवळ उदासीनते इतकी वाढ होते, आणि नळांवरील व मलवाहिन्यांवरील संक्षारक परिणामाचेही शमन होते; (७) स्वच्छ केलेल्या भागावर लावण्यात येणारी विलेय तेले आणि अन्य अल्पकाल टिकणाऱ्या गंजप्रतिरोधक तेलांच्या ऐवज। “ शीत ” मार्जकांचा (cleaners) वापर करावा. हे मार्जक धावन द्रावणातच फक्त वापरता येतात असे नसून ते क्षालन (rinse) – द्रावणातही वापरता येतात तेलाच्या अगर ग्रीजच्या पटला ऐवजी रासायनिकरीत्या हे मार्जक गंजनिरोध करतात.

२३ व्या प्रकरणातील धातूवरील मुलाम्यातून निर्माण होणाऱ्या अपशिष्टाविषयी केलेल्या चर्चेनंतर वाचकांना प्रक्रियामधील ह्या भेदांचे अधिक ज्ञान होईल.

३-२. उपकरणातील बदल –

सामान्यपणे उपकरणात बदल केल्याने अपशिष्टाची राशि कमी करून त्याची शक्ति कमी करता येते. अपशिष्ट कमी करण्याकरता पुष्कळवेळा, सध्यांच्या उपकरणांत किंचित अगर

कधीकधी विस्तृतसुद्धा बदल करता येतात. उदाहरणार्थ, लोणची तयार करण्याच्या कारखान्यात काकडयांच्या टाक्यांतील निकासनळयावर ठेवलेल्या जाळयांमुळे अपशिष्टाची शक्ति आणि घनता वाढविणारे काकडीचे बी व तुकडे बाहेर पडण्यास प्रतिबंध होतो. तसेच, कुक्कट पालन-संयंत्रातील प्रस्त्रावनलिकांच्यावर बसविलेल्या पाशांमुळे पिसे आणि चरबीचे तुकडे, यांच्या उत्सर्जनास (emmission) प्रतिबंध होतो.

दुग्धव्यवसायाच्या एका उद्योगात अपशिष्टाच्या शक्तीत घट झाल्याचे एक प्रकृष्ट (outstanding) उदाहरण घडून आले.

शेतकऱ्यांच्या कडून दूध गोळा करण्याकरता डेरीत वापरण्यासाठी दुधाच्या मोठ्या बरण्यांचे ट्रेव्लरने पुनरभिकल्पन केले (२). नवीन बरण्या, त्यांची मान गुळगुळीत राहील अशा प्रकारे तयार करण्यात आल्या व त्या जलदगतीने आणि अधिक पूर्णतया रिकाम्या करता येऊ लागल्या. त्यामुळे दुधाच्या अपशिष्टाची राशि नाल्यात आणि वाहितमलसंयंत्रात मोठ्या प्रमाणात जाण्यास प्रतिबंध झाला. जीवाणुनाशक यंत्रात बरण्या ओतल्यानंतर त्यातून गळणारे दूध गोळा करण्याकरता बसविलेल्या संयोजी नळयांवर गवळयांनी ठिबकणाऱ्या थाळयासुद्धा बसविल्या· ह्या थाळयांतील दूध परत टाक्यांत ओतण्यात येते.

३–३. अपशिष्टांचे वियोजन –

अपशिष्टांच्या वियोजनामुळे त्यांची शक्ति कमी होते आणि। अगर औद्योगिक संयत्रातील अंतिम अपशिष्टावर उपचार करण्यातील अडचणी कमी होतात. कमी जननक्षम अपशिष्टापासून प्रबल अपशिष्ट वेगळे करण्याने मुख्य राशीची शक्ति कमी होते, आणि प्रबल अपशिष्टाची लहान राशि, तिच्यात निर्माण होणाऱ्या समस्यांचे बाबतील विशिष्ठ पद्धती वापरून, हाताळता येते. सामान्यतः वियोजनामुळे दोन अपशिष्टे प्राप्त होतातः एक प्रबल आणि लहान राशि असलेले व दुसरे जवळ जवळ वियोजन न केलेल्या मुळच्या अपशिष्टाच्या राशीइतके असणारे निबल अपशिष्ट. केवळ राशीच्या घटीच्या बाबतीतच विचार करावयाचा झाल्यास, प्रक्रिया–अपशिष्टातून, शीतन–जल व वादळी जल, यांचे वियोजन करणे म्हणजेच अंतिम उपचार–संयंत्राच्या आकारात बचत करणे होय !

काही अपशिष्टे जेव्हा सांद्रित असतात तेव्हा त्यांच्यावर उपचार करणे अधिक सोपे जाते. उदाहरणार्थ, अनेक रंगसंबंधी अपशिष्टांच्यावर, त्यांची द्रावणे सांद्रित असताना अधिक काटकसरीने आणि प्रभावीपणे उपचार करता येतात. अपशिष्टावर उपचार केले जात

असताना जरी अशा प्रकारच्या वियोजनामुळे त्याच्या शक्तीत वाढ होण्याची शक्यता असली तरी सामान्यतः त्यातून प्रदूषणकारी द्रव्य कमी करणारा अंतिम निःस्त्राव निर्माण होतो

औद्योगिक संयंत्रातील अन्य प्रक्रिया – अपशिष्टांतून एकादे विशिष्ट अपशिष्ट काढून टाकणे हा वियोजनाचा दुसरा प्रकार आहे. त्यामुळे अपशिष्टांचा मोठा भाग उपचारक्षम होतो. पुढील उदाहरणात हा पैलू निर्दशित केला आहे.

एका तयार कापडाच्या गिरणीतून कोष्टक ३–१ मध्ये नोंद केलेली अपशिष्टे निर्माण होत होती. संयुक्त अपशिष्ट फार तीव्र होते आणि उपचार करणे अवघड जात होते आणि महाग पडत होते. ते अगदी धोबीकामातील अपशिष्टासारखे होते. तथापि, जेव्हा अन्य अपशिष्टांच्यापासून द्रवरूप कियरिंग (Kiering) अपशिष्ट अलग करण्यात आले, रासायनिक–तया निष्प्रभ करून अवक्षेपित केले, आणि त्याचे अवस्थापन केले तेव्हा अधिपृष्ठ (Supernatant) द्रवावर (अथवा जो भाग पृष्ठभागावर राहिला त्या भागावर) रासायनिक आणि जैवी (biological) उपचार, अन्य तीन अपशिष्टांच्या समवेत, करता आले आणि परिणामी मिश्रणाची तीव्रता पुष्कळच कमी झाली. क्रोमियम आणि सायनाइड हे दोन्ही अंतर्भूत असणारी अपशिष्टे निर्माण करणाऱ्या धातूंच्या तसेच अन्य धातूंच्या सफाई–यंत्रांतसुद्धा नियोजनाचा हा प्रकार वापरण्यात येतो. बहुतेक सर्व बाबतीत, अन्य अपशिष्टांच्या पासून सायनाइड धारक अपशिष्ट अलग करणे आवश्यक असते. त्यांना क्षारीय बनवावे लागते. आणि त्यांचे ऑक्सिकरण करावे लागते. उलट, क्रोमियम अपशिष्टे अम्लीय करावी लागतात आणि त्यांचे अपचयन (reduction) करावे लागते. नंतर दोन्ही अंतःप्रवाह (influents) पुनः एकत्र करून, धातू काढून टाकण्याकरता, क्षारीय द्रावणात अवक्षेपित करता येतात. जर वियोजन केले नाही तर अम्लीकरणाचा परिणाम विषारी हायड्रोजन सायनाइड वायू विकसित होण्यात होतो.

कोष्टक ३–१.

वस्त्रे निर्माण करण्याच्या गिरणं तील अपशिष्टे–

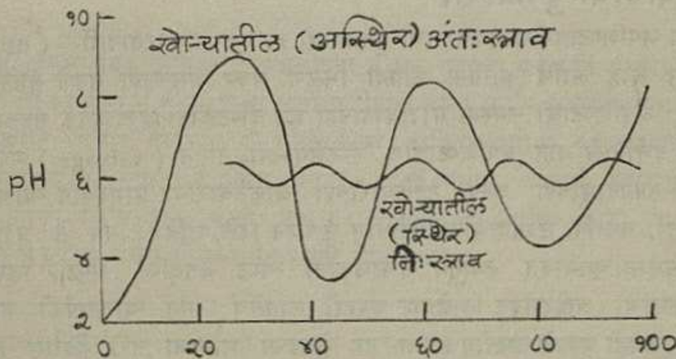
	करडे पाणी*	शुभ्र पाणी	रंगाचे* अपशिष्ट	कियर * अपशिष्ट	संयुक्त अपशिष्ट
pH	४.०	७-३	११-०	११.८	९-४
एकूण घनपदार्थ, ppm	२६८०	४२०	२८८०	१८८८०	१५६०
तरंगते घनपदार्थ, ppm	२६४	६७	१४८	२१८	१५६
उपभुक्त ऑक्सिजन	१५६०	३१	५५६	४९००	४६०

* २१ व्या प्रकरणात यांची व्याख्या केली आहे.

काही अपशिष्टांचे वियोजन करणे सर्वच उद्योगात अतिशय फायद्याचे असते. तथापि, तीव्र व धोकादायक अपशिष्टांचे वियोजन करणे नेहमी इष्ट असते असा सर्वंकश (blanket) निष्कर्ष काढणे धोकादायक आहे. काही प्रसंगी याच्या अगदी उलट निर्णय–पूर्णतया समानीकरण –घेणे जरुरीचे असते.

३--४. अपशिष्टांचे समानीकरण – (equalization)

अनेक पदार्थ निर्माण करणाऱ्या संयंत्रात प्रक्रियांच्या विशाखनाचा (diversification) उपयोग करून अपशिष्टांचे समानीकरण करणे पसंत करण्यात येते. ह्या कामी, काही विशिष्ठ कालपर्यंत अपशिष्ठे साठवून ठेवावी लागतात. द्रोणीतील विश्रामकाल संयंत्रातील पुनरावृत्त (repetitive) प्रक्रियांना लागणाऱ्या कालावर अवलंबून असतो. उदाहरणार्थ, जर निर्माण केलेल्या एका पदार्थाला, अशा संयंत्रात, आठ तास कालावधी लागणाऱ्या परिचालनाची मालिका लागत असली तर, त्या संयंत्राला आठ तास अपशिष्ट साठून ठेवता येईल अशा अभिकल्पन केलेल्या समानीकरण–द्रोणीची जरुरी लागते. समानीकरण–द्रोणीतील निःस्त्रावाचा गुणधर्म, त्याच द्रोणीतील प्रत्येक स्वतंत्र अंतःस्त्रावाच्या गुणधर्माच्या पेक्षा, बराच अधिक सुसंगत असतो. pH आणि BOD चे स्थिरीकरण आणि घनपदार्थ व जड धातूंचे अवस्थापन, ही समानी-करणाच्या उद्दिष्टांच्यापैकी काही उद्दिष्टे आहेत. अस्थिर निःस्त्रावांच्यापेक्षा स्थिर निःस्त्रावांवर, औद्योगिक आणि नागरी उपचार–संयंत्रांत, अधिक सुलभतेने उपचार करता येतात. ज्याच्यावर आणखी उपचार करण्याची जरुरी नाही असा निःस्त्राव, कधीकधी समानीकरणातून निर्माण होऊ शकतो. आ. ३–१ मधील आरेखात समानीकरणाचे फायदेशीर परिणाम दिग्दर्शित केले आहेत.



आ. ३–१.

प्रामुख्याने अम्लीय अपशिष्ट निर्माण करणाऱ्या एका मोठ्या रासायनिक निगमाला असे आढळून आले की, आपल्या अपशिष्टांचे एका मातीच्या धारक द्रोणीत २४ तास समानीकरण करणे फायद्याचे आहे. ह्या समानीकरणाच्या मागोमाग, उच्च प्रमाणात क्षारीय अपशिष्ट निर्माण करणाऱ्या जवळच्या संयंत्रात, उदासीनीकरणाकरता, अम्ली अपशिष्ट-निःस्त्रावात स्वतःचे अपशिष्ट पंप करण्यात आले. उदासीनीकरणापूर्वी उच्च प्रमाणातील अम्लीय अपशिष्ट साफ करण्याकरता, जर त्याचे समानीकरण केले नसते तर, बऱ्याच प्रमाणात अतिरिक्त उदासीनिकारक शक्ति लागली असती.

वस्त्र निर्मितीतील सफाई करण्याच्या गिरणींतील अपशिष्ट घरगुती दुय्यम वाहित-मलोपचार संयंत्रात सोडण्यात आले व त्यामुळे त्या संयत्रांच्या कार्यक्षमतेत बिघाड उत्पन्न झाला. जरी हे अपशिष्ट उपचार करण्यात येत असलेल्या एकूण अपशिष्टाच्या सुमारे दहा टक्केच होते तरी त्यामुळे मुख्यतः pH व BOD मध्ये चढ-उतार निर्माण झाले. pH व BOD हेच संयंत्रातील अडचणींना जबाबदार होते. त्यांच्यातील चढ उतार कमी करण्यास पुरेसा वेळ मिळेल अशी भरपूर आयतन असलेली समानीकरण-द्रोणी बांधणे हा यावरील उपाय होता. या शिवाय गिरणीच्या संचालकानी प्रवाहाच्या खालील तीन निरनिराळ्या वेगानी समानीकरण केलेले अपशिष्ट नागरी उपचार-संयंत्रात सोडण्याचे ठरविले; ज्यावेळी वाहितमलाची कमाल राशी संयंत्रात जात होती अगर त्याच्या उलट परिस्थिती होती त्यावेळी त्या राशींच्याशी जुळणारे प्रवाहाचे वेग ठेवण्यात आले. त्यामुळे घरगुती वाहितमलात गिरणीतल्या अपशिष्टाचे अधिक स्थिर तनुकरण (dilution) करता आले.

३-५ उपपदार्थांची पुनःप्राप्ती-

औद्योगिक अपशिष्टावरील उपचाराचा पुनःप्राप्ती हा एक अस्थिरतादर्शी (utopian) पैलू (aspect) आहे आणि आर्थिक फायदा मिळणे शक्य असलेल्या संपूर्ण समस्येचा तो एक टप्पा असतो. अपशिष्टाची समस्या सोडविण्याच्या ह्या दृष्टिकोनाबद्दल अनेक सल्लागारांनी आपली नापसंती दर्शविली आहे. अपशिष्टातील नष्टशेष-शोधनातून (salvage) यशस्वीपणे प्राप्त केलेल्या उपपदार्थांच्या अल्प टक्केवारीच्या आकडेवारीवर प्रामुख्याने त्यांचा रोख आधारलेला असतो. तथापि, उपपदार्थांच्या शोधास उत्तेजन दिले पाहिजे; मग ते प्रक्रिया व अपशिष्टांच्या समस्यांच्याबाबत त्यातून संचालकांना स्पष्ट अंतर्दृष्टि मिळते म्हणून का असेना! अपशिष्टांची अखेरशेवट विल्हेवाट करावी लागतेच; मग त्याच्यापैकी काहीतील द्रव्यांचा जर कोणत्याही प्रकारे उपयोग झाला तर तेवढ्या भागाचा तरी निरास होतो हे उघड आहे. उपपदार्थांच्या पुनः प्राप्तींकरता अपशिष्टावर उपचार - प्रक्रिया करून निश्चित फल प्राप्ती झाल्याची अनेक उदाहरणे आहेत.

धातूवर मुलामा चढविण्याच्या उद्योगात, मुलाम्याच्या द्रावणातून फॉस्फॉरीक अम्ल, तांबे, निकेल, आणि क्रोमिथम, यांची पुनः प्राप्ती करण्याकरता आयन विनिमयकांचा वापर करण्यात येतो. आणखी कोणाचाही उपचार न करता, आयनीभवनरहित पाणी वापरणे हे बॉयलर–पोषणाच्या कामी आदर्श ठरते मौल्यवान क्रोमियम, तांबे, आणि निकेल पुनः प्राप्त करण्यासाठी कारखान्यात मुलाम्याच्या द्रावणाचे निर्वात स्थितीत बाष्पीभवन केले जाते. निकेलच्या तारेचा मुलामा देण्याच्या संयंत्रात, निकेलची टंचाई असताना, सोडा ॲश वापरून मुलाम्याचे अपशिष्ट क्षारीय केले जाते आणि निकेलचे कार्बोनिटच्या स्वरूपात अवक्षेपण करण्यात येते. हा अवमल नंतर कोरडा केला जातो व निकेलच्या पुनःप्राप्तीकरता त्यावर उपचार केले जातात. चांदीचा मुलाम देण्याच्या संयंत्रावर अपशिष्टावरील उपचाराकरता दर वर्षी १,२०,००० डॉलर खर्च करण्यात येतात. त्यापैकी, अपशिष्टातून पुनः प्राप्त केलेल्या चांदीमुळे ६०,००० डॉलर परत मिळतात. विजेच्या धंद्यातून सोने, चांदी, व उपपदार्थ, तसेच पाणी, मौल्यवान धातू, आणि अम्ले, यांची पुनः प्राप्ती करण्यात येते.

विशेष प्रकारच्या कागद गिरण्यात, बहु – परिणामी बाष्पकांचा वापर करून, पाक–द्रवातून कॉस्टिक सोडा पुनः प्राप्त करण्यात येतो. रासायनिक संयंत्रात पातळ अपशिष्ट अम्लाचे, गरम शिशाचे वेंष्टन असलेल्या विटांच्या भिंतीच्या बुरजात, पुनः वापरता यावे म्हणून अम्लांचे सांद्रण करण्याकरता, फवारे मारण्यात येतात निर्वात निस्यंदकातील वडी (cake) कोरडी करून, अथवा त्रिपरिणामी बाष्पकात अपयुक्त (spent) मांसरसाचे (broth) बाष्पीभवन करून, औषध निर्मित कार्यालयात बुरशी पुनः प्राप्त करण्यात येते.

वाहितमल संयंत्रावरसुद्धा उपपदार्थांच्या धंद्यास सुरवात करण्यात आली आहे. वाहित-मलाच्या पाचित्रातील मीथेन वायूचा उर्जा व ऊष्णतेकरता सर्रास उपयोग केला जातो आणि काही शहरांत उपचार केलेल्या व सुकविलेल्या वाहितमलातील अवमलापासून खते आणि व्हिटॅमिनचे घटक तयार करण्यात येतात इंग्लंडमधील बेडफर्ड शहरातील वाहितमल-संयंत्रात, सल्फ्युरिक अम्लाने भंजन करून (cracking) आणि तुरटी व लोह-लवणांच्या सहाय्याने अवक्षेपण करून ग्रीजची पुनःप्राप्ती केली जाते.

आसवनीतील रबडी (slop) गाळून व दाट करून उपपदार्थांत तिचा वापर करण्यात येतो. यीस्टच्या गिरण्यातील अपशिष्टाच्या काही भागाचे बाष्पीभवन करून त्यातील शेषभाग पशुखाद्य म्हणून विकण्यात येतो.

कागद गिरण्यांतील सल्फाईटच्या अपशिष्ट द्रवापासून तयार केलेले उपपदार्थ ही अपशिष्टांच्या बहुविध उपयोगांची अभिजात उदाहरणे आहेत. इंधन, मार्गबंधक (road binder), पशुखाद्यांच्या लहान विटा, खते, विसंवाहनी संयुगे, बॉयलरच्या पाण्यातील संयोज्य (additive) पदार्थ, आणि तरंगण–अभिकर्ते (Agent) म्हणून आणि अल्कोहोल व कृत्रिम व्हॅनिलीन तयार करण्याकरता अपशिष्टे वापरली जातात. अपशिष्टातील सल्फाइटच्या द्रवापासून तयार केलेल्या उपपदार्थांचीं अमेरिकेत सुमारे २००० एकस्वे (p tents) घेण्यात आली आहेत.

पॅकबंदी कार्यालये आणि खाटिक कारखान्यात, टाकाऊ रक्ताची पुनः प्राप्ती केली जाते व पत्तीदार (laminated) लाकडी पदार्थ तयार करण्यात बंधक म्हणून आणि सरस तयार करण्यासाठी त्याचा उपयोग करण्यात येतो.

दुग्धव्यवसायात केसीन तयार करण्यासाठी क्रीम काढलेल्या दुधावर तनुकृत (diluted) अम्लाचा उपचार करण्यात येतो. त्यानंतर केसीन तयार करण्याच्या उद्योगात, अल्बुमिन अवक्षेपित व्हावे म्हणून, त्यातील अपशिष्टाचा उपयोग केला जातो. अशा प्रकारे प्राप्त झालेले अल्बूमिन – अपशिष्ट, दुग्धशर्करेचे मणिभीकरण (crystallization) होण्याकरता, वापरण्यात येते. आणि ह्या प्रक्रियेतील अवशेष कोंबड्यांचे अन्न म्हणून उपयोगात आणले जाते तसेच, क्रीम काढलेल्या दुधातून कॅल्शियम व सोडियम लॅक्टेटची निर्मिती करण्यात येते. सुकविलेल्या बाष्पीभवन केलेल्या ताकाचा कोंबड्यांच्या पिलांचे अन्न म्हणून वापर केला जातो. असेही ऐकिवात आहे की, दुग्ध व्यवसायातील उपपदार्थ म्हणून चॉकोलेट आइस्क्रीमच्या उत्पादनास सुरवात झाली आहे.

जुडाई संयंत्राच्या सारख्या कंपन्यांचा धंदा, मुख्यतः अन्य संयंत्रांतील अपशिष्टातील पदार्थांच्यापासून उपपदार्थांचा विकास करणे हा असतो. अनेक जुडाईच्या संयंत्रांत, कोंबड्यांच्या पिलांच्या पायांचा व पिसांचा अन्न आणि खते म्हणून आणि साबण तयार करण्यासाठी उपयोग करण्यात येतो.

एकदा का उपपदार्थाचा विकास झाला व त्यांची निर्मिती सुरू झाली की, अपशिष्टावरील उपचारप्रक्रियेतून नवीन पदार्थांची ओळख पटणे कठीण जाते. उदाहरणार्थ, जेव्हा उसापासून साखर तयार करण्यात येते तेव्हा, ब्लॅक स्ट्रॅप काकवी या नांवाने ज्ञात असलेला घट्ट पाकासारखा द्रव फुकट जातो. ही काकवी इतकी स्वस्तात मिळत असे की, ती जवळ जवळ टाकून दिली जाई. आज तिचे अनेक उपयोग केले जात आहेत. त्यातील सर्वात जास्त माहीत

असलेला उपयोग, व्यापारी अल्कोहोल तयार करण्यातील तिचे महत्व, हा होय. उसाच्या चिपांडांचासुद्धा लोक आता उपयोग करू लागले आहेत. भिंतीच्या विसवाहनाकरता लागणाऱ्या पुठ्ठयांच्या पैकी "सेलोटेक्स" या नांवाने ओळखले जाणारे पुठ्ठे ह्या चिपाडांपासून तयार करण्यात येतात.

उद्योगांतील अपशिष्टांच्यापासून उपयुक्त पदार्थ तयार करण्याच्या अनेक मार्गांपैकी काही थोडे हे मार्ग आहेत आणि उपपदार्थ निर्माण करण्याकरता अपशिष्टांचा उपयोग करून सुद्धा जरी अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीची समस्या तशीच चालू राहिली तरी ह्या प्रथेमुळे ती बऱ्याच प्रमाणात कमी झाली आहे.

संदर्भ ग्रंथ –

१ – डेव्हिस, लिन., "इंडस्ट्रियल वेस्ट कंट्रोल इन दी जनरल मोटार्स कॉर्पोरेशन," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, ९, १०२४ – (सप्टेंबर १९५७)

२ – ट्रेव्लर. एछ. ए., "वेस्ट सेव्हिंग बाय इंप्रूव्हमेंट्स इन मिल्क प्लँट इक्विपमेंट,' प्रोसीडिंग्ज, इंडस्ट्रिअल वेस्ट् कॉन्फरन्स, पर्ड्यू युनिव्हर्सिटी (नोव्हेंबर १९४४) पानें ६–२१.



: ४ : नाल्यातील कार्बनिक अपशिष्टांच्या भारांचे संगणन–

आधीच्या दोन प्रकरणांत वर्णन केल्याप्रमाणे अपशिष्टांची राशि आणि शक्ति किमान मर्यादेपर्यंत कमी करण्याच्या औद्योगिक संयंत्राच्या प्रयत्नानंतरसुद्धा काही अपशिष्टांची विल्हेवाट करणे जरूर असते. त्या उरलेल्या अपशिष्टांची राशि आणि गुणधर्म दाखविण्याकरता आणि त्यांच्यावर उपचार किती करावा लागेल हे निर्धारित करण्याकरता तपशिलवार विश्लेषणाची जरूरी असते. कायदा अगर लोकमताचे समाधान व्हावे म्हणून ह्या बाबींची खात्री करुन घेतली पाहिजें.

ज्या नाल्यात अशी अपशिष्टे सोडावयाची आहेत त्याची परिस्थिती आणि त्याचा उत्तम वापर कसा करता येईल ह्या गोष्टींच्यावर आवश्य असलेल्या उपचारांची मात्रा मुख्यत: अवलंबून राहील. अपशिष्टांवर जर उपचार प्रमाणापेक्षा जास्त केले तर त्याचा परिणाम अनावश्यक आणि जाचक खर्चात होतो. तसेच उपचार कमी करण्याने पैसा आणि प्रयत्न वाया जाणे एवढेच त्याचे फळ मिळेल, कारण त्यामुळे प्रदूषणाची समस्या कमी होत नाही. म्हणून नाल्यातील परिस्थिति धोकादायक न होता प्रदूषणकारक द्रव्य किती सोडता येईल हे शक्य तितके काटेकोरपणे संगणित करणे, मोलाचे होईल हे सहज समजण्यासारखे आहे जरी ह्या पाठ्यपुस्तकात नाल्याच्या स्वास्थ्यासंबंधी संपूर्ण विषयाचा विचार केलेला नसला तरी अपशिष्टांवरील उपचारांच्या लागणाऱ्या मात्रांचे निर्धारण करण्याच्या महत्वाच्या पद्धतींचे विवरण करण्यात येईल.

गेल्या तीन वर्षांत स्ट्रीटर–फेल्प्स सूत्रीकरणे ही पद्धत वापरण्यात येत असून विभिन्न प्रमाणात ती यशस्वी झाली आहे. थॉमसने स्ट्रीटर–फेल्पस सूत्रीकरण प्रत्यक्ष वापरताना सोपी केली आहेत आणखी एक (र्चचिल) पद्धत गेल्या सात वर्षांत साधारणत: वापरण्यात आली आहे. स्ट्रीटर–फेल्प्स सूत्रीकरणे, थॉमस पद्धत, आणि र्चचिल पद्धत, यांचे काहीसे तपशीलवार वर्णन या प्रकरणात केले आहे. नाल्यातील पुनर्वातन गुणांक (reaeration coefficient) आणि फेअरच्या घटकांसारखे नाल्यातील शुद्धीकरण गूणांक निश्चित करण्याकरता अन्य पद्धती उपलब्ध आहेत; पण जागेच्या मर्यादेमुळे ह्या प्रकरणात त्यांची चर्चा करण्यात येणार नाही.

४ – १. स्ट्रीटर फेल्प्स सूत्रीकरणे (४).

संगणित करावयाचे विविध प्रचल (parameter) दाखविण्याकरता वापरलेल्या संज्ञांची यादी आम्ही प्रथम सादर करीत आहो,—

K_1 – ऑक्सिजनीकरण नाहीसे होण्याचा दररोजचा वेग

Δt – संचलनाचा (travel) काळ, दिवस

L_A – अपरप्रवाही अंतिम BOD, ppm

L_B – अनुप्रवाही अंतिम BOD, ppm

K_2 – पुनर्वातनाचा दर रोजचा वेग.

$\bar{L}$ – नाल्याच्या विभागातील ऑक्सिजनची सरासरी अंतिम मागणी, ppm अथवा पौंड

D – नाल्याच्या विभागातील ऑक्सिजनची सरासरी तूट, ppm अथवा पौंड

ΔD – नमुना घेण्याच्या अपरप्रवाही बिंदूच्या पासून अनुप्रवाही बिंदूच्या पर्यंत ऑक्सिजनच्या तुटीत होणारा फरक, ppm अथवा पौंड

t – नमुना घेण्याच्या अपरप्रवाही बिंदूच्यापासून अनुप्रवाही बिंदूच्या पर्यंत नाल्यातील प्रवाहाला लागणारा वेळ, दिवस

D_t – t या वेळेतील अनुप्रवाही दिशेने होणारी विलीन ऑक्सिजन मधील तूट, ppm अगर पौंड

D_A – अपरप्रवाही दिशेने होणारी विलीन ऑक्सिजन मधील तूट ppm अगर पौंड

ऑक्सिजनीकरण नाहीसे होण्याचा वेग (K_1), पुनर्वातनाचा वेग (K_2), आणि विलीन ऑक्सिजनमधील तूट (D_t), ह्यांची संगणने करण्याकरता खालील सूत्रे वापरण्यात येतात.

$$K_t = \frac{L}{\Delta t} \log \frac{L_A}{L_B}$$ = ऑक्सिजनीकरण नाहीसे होण्याचा वेग – – (१)

$$K_2 = K_1 \frac{\bar{L}}{\bar{D}} - \frac{\Delta D}{२.३ \, \Delta t \bar{D}}$$ = पुनर्वातनाचा वेग – –– (२)

$$D_t = \frac{K_1 \quad L_A}{K_2 - K_1} \left[१०^{-K_1} - १०^{-k_{2t}} \right] + D_A १०^{-k_2 t}$$

= अनुप्रवाही दिशेकडील विलीन ऑक्सिजनमधील तूट – – – (३)

आ. ४–१ मध्ये रेखांकित केलेल्या नाल्याकरता अनुज्ञेय कार्बनिक भारणाचे गणन करण्यासाठी आता आपण स्ट्रीटर – फेल्प्स सूत्रीकरणे लागू करूया. कोष्टक ४–१ मध्ये दिलेली माहिती वापरून आपणास खालील संख्यात्मक फलने प्राप्त होतात.

$$K_1 = \frac{१}{३.५/२४} \log \frac{७३३२\times१.४६\dagger}{४०००\times१.४६\dagger} = १.८; \quad (४)$$

$$\bar{L} = \frac{\text{BOD (केंद्र ४) + BOD (केंद्र ५)}}{2} = \frac{७३३२\times१.४६+४०००\times१.४६}{2}$$

= दररोज ८२७३ पौंड;

$$\bar{D} = \frac{\left[\begin{array}{l} ६.६ \times ८.३४ \times ३३.४ + ५.१ \times ८.३४ \times ३८.८ \\ + ७.१ \times ८.३४ \times ४३ + ४.६ \times ८.३४ \times ३४.९ \end{array} \right.}{४}$$

= दर रोज १८४३ पौंड;

$$\triangle D = \begin{array}{l} (६.६\times८.३४\times३३.४+७.१\times८.३४\times४३) \\ -(८५.१\times८.३४\times३८.८+४.६\times८.३४\times३४.९) \end{array}$$

= दररोज १३९५ पौंड;

$$\triangle t = \frac{३.५}{२.४} = ०.१४६ \text{ दिवस};$$

$$K_2 = १.८ \cdot \frac{८२७३}{१८४३} - \frac{१३९५}{२.३(०.१४६)(१८४३)}$$

= ८.०८ – २.२४ = ५.८४;

फेअरचे सूत्र वापरून आपणास $\frac{५.८४}{१.८०}$ = ३.२४ मिळतात

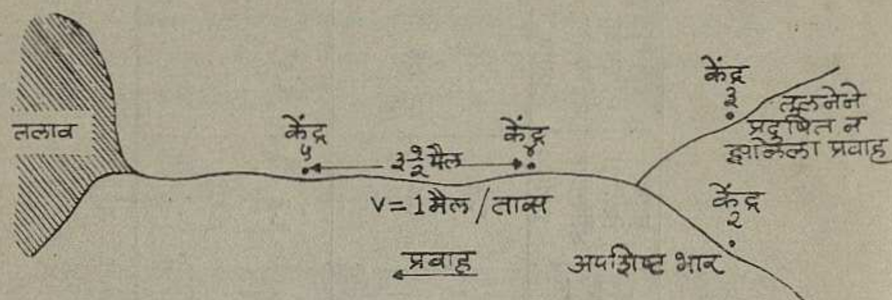
---

† – ऑक्सिजनीकरण नाहीसे होण्याचा वेग सामान्य आहे असे धरून २०^{0}C तपमाना तील ५ दिवसाच्या BOD चे पहिल्या टप्प्याच्या BOD त अंतिम परिवर्तन करण्यासाठी वापरण्यात आलेला गुणांक –

कोष्टक– ४–१.

	तपमान °C	प्रवाह, घ. फू. /से *	प्रवाह, द.दि.द.ल गॅलन	५ दिवसांचा BOD, ppm	विलीन ऑक्सिजन, ppm	५ दिवसांचा BOD, पौंड/दिवस	विलीन ऑक्सिजन, पौंड/दिवस	संपृक्त विलीन ऑक्सिजन, ppm	विलीन ऑक्सिजन मधील तूट, ppm
केंद्र ४	२०	६०-१	३८.२	३६	४-१	११६५०	१३२५	९.२	५.१
	१७	५४	३४.८८	१०.३५	५-२	३०१५	१५१२	९.८	४.६
					एकूण	१४६६५			
					सरासरी	७३३२			
केंद्र ५	२०	५१.७	३३.४०	२१.२	२.६	५९०५	७२५	९.२	६.६
	१६.५	६६.६	४३.०२	५.८३	२.८	२०९५	१०५०	९.९	७.१
					एकूण	८०००			
					सरासरी	४०००			

* दर सेकंदास घनफूट.



आ. ४-१. नाल्याच्या परिस्थितीचे उदाहरण.

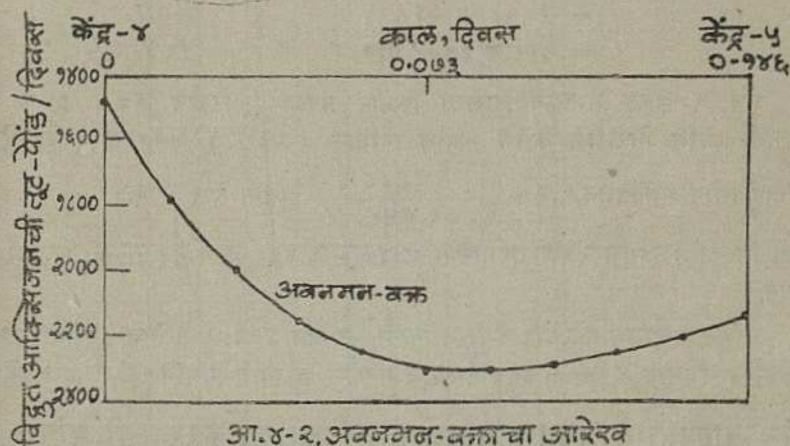
फेअरच्या वर्गीकरणाप्रमाणे, D च्या गटात पडणाऱ्या नाल्यांचे वैशिष्ठ्य दाखविणाऱ्या म्हणजेच सामान्य वेगाने वाहणाऱ्या नाल्यांना जवळजवळ जलद वाहणारे नाले म्हणता येईल, असा हा निष्कर्ष आहे.

नाल्यातील (K_1 व K_2) हे प्रतिक्रिया–वेग आणि केंद्र ४ (D_A व L_A) जवळची सुरवातीची परिस्थिती असताना, केंद्र ४ व ५ मधल्या भागातील कोणच्याही बिंदूजवळ विलीन ऑक्सिजनची तूट (अवनमन वक्र sag curve) आलेखित करणे शक्य असते. ह्यात असे गृहीत धरण्यात येते कीं, त्या भागांत प्रक्रिया–वेग स्थिर राहतात. आ. ४–२ हा प्रत्यक्ष अवनमन–वक्राचा लेखाचित्रीय आलेख आहे.

केंद्र २ मध्ये प्रवेश करणाऱ्या अपशिष्टाच्या भारावर प्राथमिक उपचार करण्यात आले आहेत आणि त्यामुळे BOD त ३० टक्के घट झाली आहे असे गृहीत धरून आपणास BOD ची खालील मूल्ये प्राप्त होतात :

९० (केंद्र २ जवळ BOD, ppm) × ८.३४ × ८-१ घ. फू, /से.
× ०-६५ (द. ल. गॅ / दि.) = ३९५१ पौंड BOD / दिवस
९२ (केंद्र २ जवळ BOD, ppm) × ८.३४ × ८.२२ घ. फू. / से.
× ०.६५ (द. ल. गॅ. / दि.) = ४०९९ पौंड BOD / दिवस
एकूण ८०५०
सरासरी ४०२५ पौंड BOD / दिवस

$\bar{L}$ = ४०२५×१.४६ = ५८७६ पौंड BOD / दिवस.



आ.४-२. अवनमन-वक्राचा आरेख

म्हणून केंद्र ४ जवळ आपणास

$$Lr = ५८७६ \times ०.७० + ७३३२ \times १.४६ - ५८७६$$
$$= ८९४२.३ \text{ पौंड / दिवस मिळतात.}$$

खालील गणनाने केंद्र ४ जवळची ऑक्सिजन मधील तूट प्राप्त करता येते.

$$D\,४ = \frac{४.६ \times ८.३४ \times ३४.९ + ५.१ \times ८.३४ \times ३८.८}{२}$$

= दररोज १४९४ पौंड, आणि केंद्र ५ जवळ अनुप्रवाही दिशेने विलीन ऑक्सिजन मधील तूट ३ ऱ्या समीकरणाने प्राप्त होते.

$$D\,५ = १.८ \times \frac{८९४२}{५.८४-१.८०}\left[१०^{-१.८\,(०.१४६)} - १०^{-५.८४(०,१४६)} \right] + १४९४ \times १०^{-५.८४\,(०.१४६)}$$

$$= ३९८० \left[१०^{-०.२६३} - १०^{-०.८३५} \right] + १४९४ \times १०^{-०.८३५}$$

$$= ३९८० \left(०.५४४८-०.१४६२ \right) + १४९४\,(०.१४६२)$$

$$= ३९८० \left(०.३९९६ \right) + २१८$$

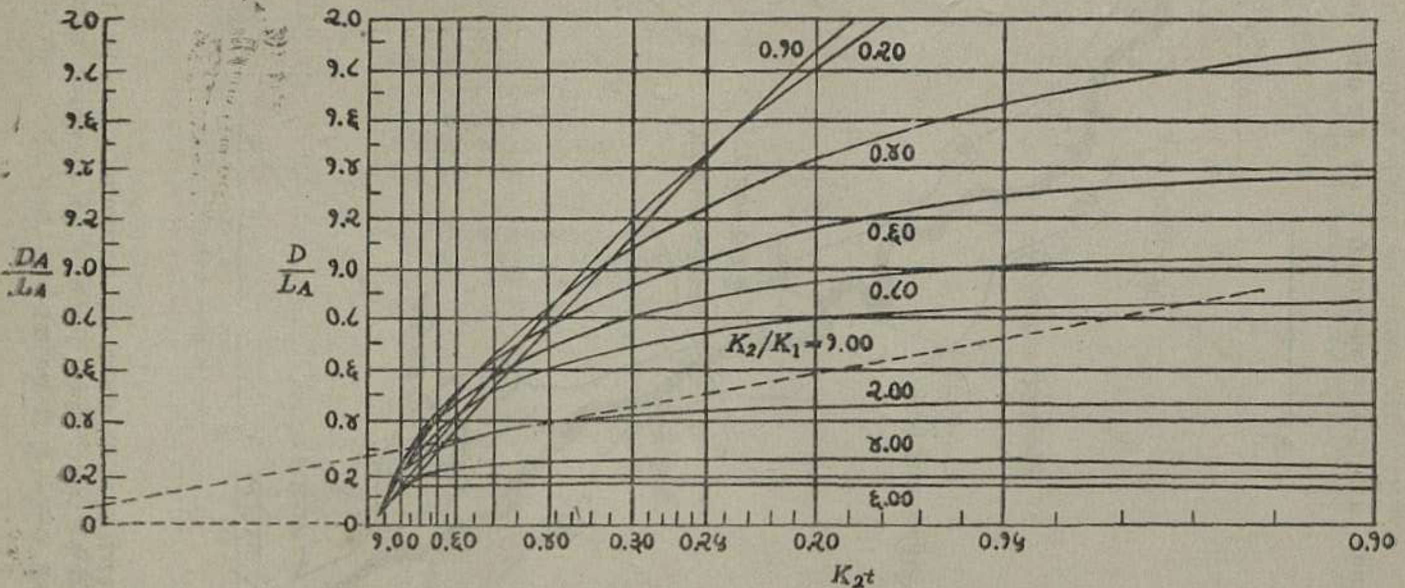
= १५९० + २१८
= दररोज १८०८ पौंड (६)

केंद्र ५ जवळ आढळून आलेला किमान प्रवाह (दररोज ३३.४ द. ल. गॅलन) असताना आणि निरीक्षण केलेले कमाल तपमान (२०^{0}c) असताना (केंद्र ५ जवळ) संपृक्त विलीन ऑक्सिजन ९.२ – $\frac{१८०८}{३३.४\times८.३४}$ अथवा ९.२ – ६.४९ = २.७१ ppm वि. ऑ.; आणि २५^{0}c तपमानात, ८.४० – ६.४९ = १.९१ ppm वि. ऑ. ! प्राप्त होतात.

म्हणून उन्हाळयात प्रवाह कमी असताना, तपमान उच्च असते तेव्हा नाल्यातील विलीन ऑक्सिजन किमान ४ ppm ठेवून नाल्याचे संरक्षण करण्यास प्राथमिक उपचार अपुरे पडतील.

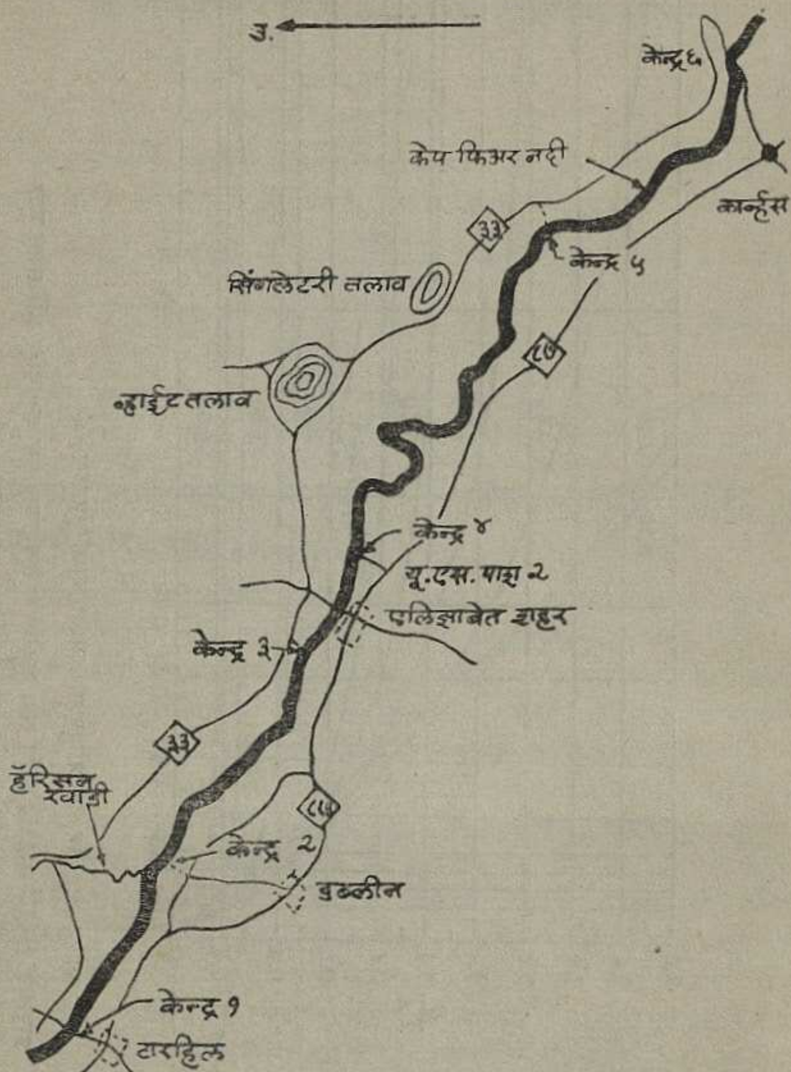
४–२ नाल्यातील प्रदूषण भारक्षमता निर्धारित करण्याची थॉमस पद्धती नाल्याची भारक्षमता (५)

नाल्यांच्या क्षमतेचे संगणन करण्याकरता थॉमसने स्ट्रीटर–फेल्प्स समीकरण उपयुक्त रीतीने व सुलभतेने विकसित केले आहे. त्याच्या पद्धतींत, नाल्यांच्या K1 व K2 या प्रक्रिया–स्थिरांकांचे संगणन गृहीत धरण्यात येते. ते अनुच्छेद ४–१ मध्ये परिभाषित (defiined) केले आहे, तथापि, प्रदूषण-भाराच्या मूळ स्थानापासून अनुप्रवाही दिशेने t ह्या कोणच्याही वेळी विलीन ऑक्सिजनच्या तुटीचे संगणन करण्याकरता सूत्रालेख वापरावा असा प्रस्ताव त्याने केला आहे, या उलट, अनुप्रवाही दिशेने विलीन ऑक्सिजनची क्रांतिक तूट निर्माण करणारा प्रदूषण–भार त्याच सूत्रालेखावरून गणन करता येतो. निरनिराळ्या K2/K1 गुणोत्तरांच्या करता आलेखित केलेला D/LA विरूद्ध K2t हा सूत्रालेख आ. ४.३ मध्ये दाखविला आहे. ३ रे समीकरण पेलण्यासारखे नाही आणि बहुतेक व्यवहारात ते लागू करताना फक्त कंटाळवाण्या प्रयोग प्रमाद पद्धती (trial and error methods) वापरूनच त्याची उकल करता येते याची थॉमसला जाणीव आहे. आपला सूत्रालेख वापरून ही उणीव भरून काढता येईल असा त्याला विश्वास वाटतो. सूत्रालेखाचा वापर करण्यांपूर्वी, K1, K2, DA, व LA यांचे संगणन केले पाहिजे. योग्य त्या (K2/K1) वक्रावरील (K2t) ह्या पूर्ववातन स्थिरांकाने गुणलेला योग्य तो दिवस दाखविणारा बिंदू आणि डाव्या बाजूकडील DA / LA च्या मूल्याला जोडणारी एक सरळ रेषा (isopleth) (जेथे दत्त विचरकाचे विशिष्ठ स्थिर मूल्य असते अशा दोन बिंदूंना जोडणारी रेषा) सरळ – पट्टीने काढण्यात येते. नंतर आयसोप्लेथच्या अंतर्छेदाजवळ D/LA चे मूल्य वाचण्यात येते, शेवटी, योग्य त्या दिवस अखेरच्या तुटीचे मूल्य, LA ला अंतर्छेदन मूल्याने गुणुन, प्राप्त करण्यात येते.

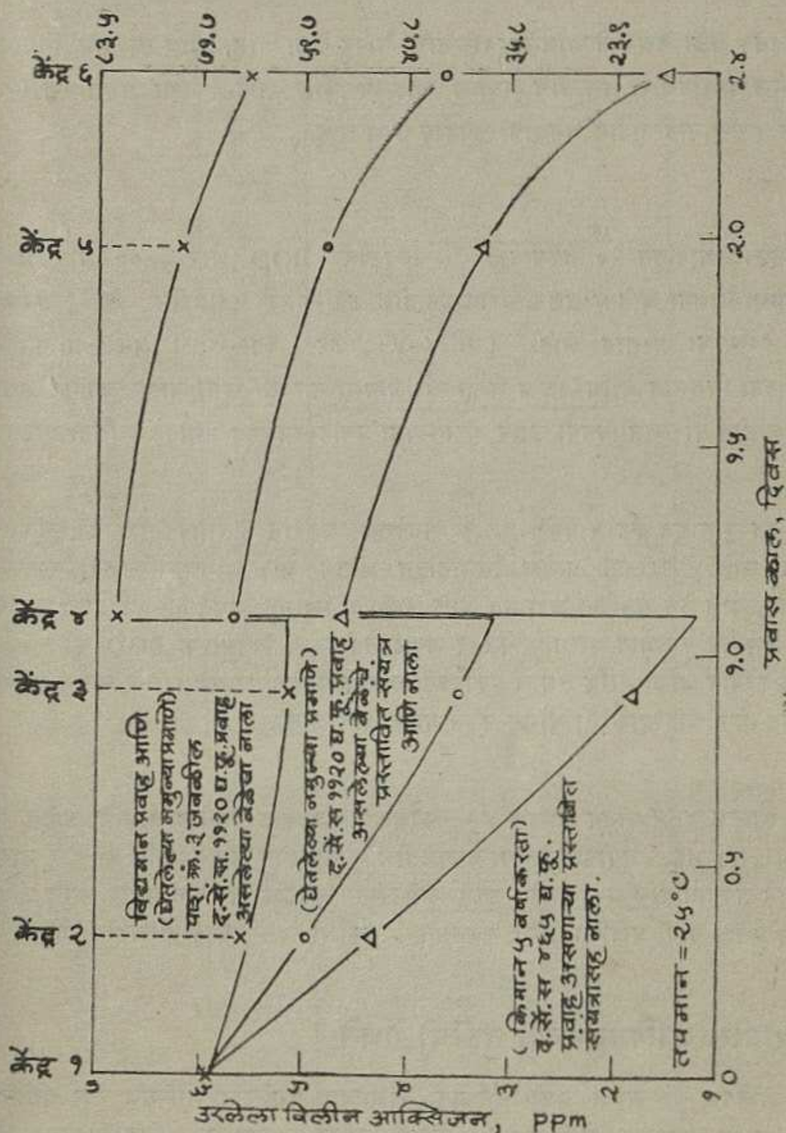


आ. ४–३. विलीन ऑक्सिजनच्या नमनाचा सूत्रालेख–

प्रारंभिक BOP व DD आणि स्वयं शुद्धीकरण स्थिरांकापासून अनुप्रवाही ऑक्सिजन त्रुटी प्रदूषण बिंदूपासून निर्धारित कराव्यात–(थॉमसला अनुसरून (५).



आ ४-४. टारहिल, N. C. येथील तर उतारापासून (ferry) कार्व्हर्स जवळच्या तर-उतारा पर्यंतचा केप फिअर नदीचा विभाग (एन. सी. स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभाग राज्य स्वास्थ्य मंडळ, ८-२-५१, डी. एस. जी.)



आ-.४–५. टारहिल, एन. सी, च्या खालील केप फिअर नदीचे ऑक्सिजन–अवनमन–वक्र (एन. सी. राज्य स्वास्थ्य मंडळ, स्वास्थ्य अभि–विभाग, ८-२-५१, एन. एल. एन.)

अनेक वेळा लेखकाने थॉमस सूत्रालेखाचा वापर केला आहे, आणि तो सोयीस्कर अचूक, आणि वेळ वाचविणारा असल्याचे त्याला आढळून आले आहे. ह्या पद्धतीच्या वापराचे निर्देशन करण्यासाठी पुढील प्रमेयाचा उपयोग केला आहे.

एका उद्योगातून २० $^{\circ}C$ तपमानात ५ दिवसांचा BOD भार ५००० पौंड प्रस्त्रावित करावयाची योजना आहे व उत्तर कॅरोलायनातील केप फिअर नदीवरील केंद्र १ जवळ त्याचे स्थान ठेवण्याचा प्रस्ताव आहे. (आ. ४–४). केंद्र १ च्या खाली असलेल्या नाल्यातील विभागाच्या विद्यमान आणि जर व जेव्हा त्या जागेला मान्यता दिली जाईल त्यावेळी असणाऱ्या भविष्यकालीन परिस्थतीविषयी उत्तर कॅरोलायना प्रवाह–स्वास्थ्य समितीला चिंता वाटत होती.

केंद्र १ पासून केंद्र ५ पर्यंत ३८.१ मैलांच्या अंतरात नदीतून सहा स्थानांवर नमुने घेण्यात आले. नदीच्या प्रत्येक विभागातून अंतिम BOD, विऑक्सिजनीकरण, आणि पूर्ववातन, यांचे वेग संगणित करण्यात आले आणि ऑक्सिजन अवनमन–वक्र प्राप्त करण्यासाठी त्यांचा उपयोग करण्यात आला. केंद्र १ जवळ नदीवर ५ दिवसांच्या BOD चा ५००० पौंड भार टाकण्यात आला आणि तशाच प्रकारच्या प्रतिक्रिया–वेगांवर आधारलेले नवीन ऑक्सिजन–अवनमन–वक्र काढण्याकरता थॉमस पद्धत वापरण्यात आली.

कोष्टक ४–२ पासून कोष्टक ४–८ पर्यंतच्या कोष्टकांत गणने दाखविली आहेत. पादांक (subscript) B, प्रयोगशाळेतल्या बाटलीतील मूल्यासंबंधी आहेत आणि str हे नाल्यातील विद्यमान तपमानातील मूल्य आहे. सध्या अस्तित्वात असलेले विद्यमान प्रवाह आणि पंचवार्षिक किमान प्रवाह यांनी प्रक्षेपित केलेले अवनमन – वक्र आ. ४–५ मध्ये दाखविले आहेत.

नाल्यातील ऑक्सिजनच्या तुटींची गणने–

अन्वेषण करण्याच्या वेळी नाल्यात अस्तित्वात असलेल्या ऑक्सिजनच्या तुटींची गणने आता सादर करण्यात येत आहेत. केंद्रांच्यामधील नाल्यांच्या विभागाकरता K_2 ची मूल्ये प्राप्त करण्यासाठी खालीलप्रमाणे सुरवात करण्यात आली. त्यावेळी जास्तीत जास्त प्रातिनिधिक आणि योग्य मूल्य म्हणून K_1 चे (०.३३१) हे मूल्य वापरले.

कोष्टक ४–२.

केप फिअर (नदीवरील) वेगांची मापे. (माप १ मैल = ०.३७५ इंच) तरंगक = ४ मैल / २८० मीटर = ०.८६ मैल / तास × ०.८५‡ = ०.६९ मैल तास.

केंद्र	मैल	केंद्रांच्या मधील अंतर		प्रवाह काल, तास	प्रवाह काल, दिवस	एकूण प्रवाह काल, दिवस
		इंच (नकाशा)	मैल			
१	०	०	०	०	०	०
२	५.३३	२	५.३३	७.७३	०.३२२	०.३२२
३	१३.२३	३	८.००	११.६	०.४८३	०.९०५
४	१६.२७	१.१	२.९४	४.२५	०.१७७	१.०८२
५	३१.१७	५.६	१४.९०	२१.६५	० ९०२	१.९८४
६	३८.११	२.६	६.९४	१०.०६	० ४१९	२.४०३

केंद्र	oc २० ला L, ppm	KB	वि. ऑ. ppm	oc T	L_{RI} ppm	K_{Bstr}	K_1	K_2
१	१.७१	०.१०१	५.८	२६.०	१.९२	०.१३३	−०.०९५	−०.२७८
२	३.४०	०.०५४	५.४	२६.५	३.८४	०.०७३	०.५८५	०.४९८
३	१.७५	०.०९८	५.०	२७.२	२.००	०.१३५	−२.२१	−१.८१
४	४.१८	०.०३५	५.९	२९.०	४.९३	०.०५२	०.३३१	०.४६१
५	२.०९	०.१००	५.४	२८.९	२.४७	०.१४९	०.३३२	०.१०९
६	१.५४	०.१५१	५.१	२८.२	१.७९	०.२१६		

* हवा आणि अन्य पृष्ठीय परिणामांच्यासाठी दुरुस्त्या करण्याकरता

कोष्टक ४–३.

नाल्याच्या विऑक्सिकरण-वेगांची (K_1) गणने–

$$K_1 = \frac{1}{t} \log \frac{L_A}{L_B}$$

केंद्र १ पासून केंद्र २ पर्यंत

$$K_1 = \frac{१}{०.३२२} \log \frac{१.९२}{३.८४}$$

$$= \frac{१}{०.३२२} (०.२८२ - ०.५८४)$$

$$= \frac{१}{०.३२२} (-०.३०२)$$

$$= -०.९५$$

केंद्र २ पासून केंद्र ३ पर्यंत

$$K_1 = \frac{१}{०.४८३} \log \frac{३.८४}{२.००}$$

$$= \frac{०.२८२}{०.४८३} = ०.५८५$$

केंद्र ३ पासून केंद्र ४ पर्यंत

$$K_1 = \frac{१}{०.१७७} (०.३०१ - ०.६९२)$$

$$= \frac{०.३९१}{०.१७७} = -२.२१$$

केंद्र ४ पासून केंद्र ५ पर्यंत

$$K_1 \quad \frac{१}{०.९०२} \log \frac{४.९३}{२.४७}$$

$$= \frac{०.२९९}{०.९०२} = ०.३३१$$

केंद्र ५ पासून केंद्र ६ पर्यंत

$$K_1 = \frac{१}{०.४१९} \log \frac{२.४७}{१.७९}$$

$$= \frac{०.१३९}{०.४१९} = ०.३३२$$

केंद्र १ आणि केंद्र २ च्या दरम्यान

$$K_2 = \frac{\bar{L}}{D} K_1 - \frac{\Delta D}{\text{२,३}\Delta t \bar{D}'}$$

$$\bar{L} = \frac{\text{११६००+२५८००}}{\text{२}} = \text{१८७००,}$$

$$\bar{D} = \frac{\text{१८५०० + १४६००}}{\text{२}} = \text{१६५५०,}$$

$$D = \text{१८५५०+१४६००} = \text{३९००,}$$

$$t = \text{०३२२}$$

$$\text{म्हणून } K_2 = \text{३.३३१ } \frac{\text{१८७००}}{\text{१६६५०}} - \frac{\text{३९००}}{\text{२.३×०.३२२×१६५५०}}$$

$$= \text{०.३८१} - \frac{\text{३९००}}{\text{१२२७५}}$$

$$= \text{०.३८१ − ०.३१८}$$

$$= \text{०.३८१ − ०.३१८}$$

$$= \text{०.-६७}$$

कोष्टक ४–४

नाल्यातील ऑक्सिजनच्या तुटीची गणने

केंद्र	तपमान	संपृक्त विलीन ऑक्सिजन ppm	निरीक्षिण विलीन ऑक्सिजन नं. ppm	तूट ppm	गृहीत प्रवाह द. दिवशी द. लक्ष गॅलन	अनुप्रवाही – अप॰प्रवाही ऑक्सिजनची तूट, दररोज पौंड
१	२६	८ २२	५.८	२.४२	७.२४	(८०७×८.३४×२.७५)-(७२४×८,३४ ×२.४२) १८५००-१४६०० = +३९००
२	२६.५	८.१५	५.४	२.७५	८०७	(११३०×८.३४×३.०४) – (८०७× ८.३४×२ ७५) = २८६००–१८५०० =+१०१००
३	२७.२	८.०४	५.०	३.०४	११३०	(१०६०×८.३४×१.८७)–(११३० ८ ३४×३.०४) १६५००–२८६०० =–१२१००
४	२९	७.७७	५.९	१.८७	१०६०	(१०६०×८.३४×२३८)–(१०६०× ८.३४×१.८७) २१००० – १६५०० = +४५००
५	२८९	७.७८	५.४	२.३८	१०६०	(१०६०×८.३४×२.७९)–(१०६०× ×८ ३४×२.३८) २४७००–२१००० = +३७००
६	२८.२	७.७९	५.१	२.७९	१०६०	

कोष्टक ४-५

नाल्यातील अंतिम जीवरसायनी ऑक्सिजन मागणीची BOD गणने

केंद्र	oc L 20, ppm	LR ppm	$\bar{L}$, दररोज पौंड
१	१७१	१.९२	$\left\{\frac{१.९२ \times ७२४ \times ८.३४+३.८४+८०७ \times ८.३४}{२}\right\}$ $=\frac{११६००+२५८००}{२}=१८७००$
२	३.४०	३.८४	$\left\{\frac{३.८४ \times ८०७ \times ८.३४+२.०० \times ११३० \times ८.३४}{२}\right\}$ $=\frac{२५८००+१८८००}{२}=२१८००$
३	१७५	२.००	$\left\{\frac{२.०० \times ११३० \times ८.३४+२.०० \times ११३० \times ८.३४}{२}\right\}$ $=\frac{१८८००+४३५००}{२}=३११५०$
४	४ १८	४ ९३	$\left\{\frac{४.९३ \times १०६० \times ८.३४+२.४७ \times १०६० \times ८.३४}{२}\right\}$ $=\frac{४३५००+२१८००}{२}=३२६५०$
५	२.०९	२.४७	$\left\{\frac{२.४७ \times १०६० \times ८.३४+१.७९ \times १०६० \times ८.३४}{२}\right\}$ $=\frac{२१८००+१५८००}{२}=१८८००$
६	१५४	१.७९	

नाल्याच्या विभागाचा K_1 म्हणून ३३१ वापरून आपणास

K_2 K_1 K_2/K_1 D_A L_A D_A/L_A $K_2 t =$

०.६७ ०.३३१ ०२०२ २.४२ १.९२ १.२६ ०.०६७×०.३२२

= ०.०२२ प्राप्त होतो. सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{D}{L_A}$ =१.४६ मिळतो, आणि म्हणून D = १.४६ १.९२ = २.८० (केंद्र २ जवळ गणन केलेली तूट) व २७५ निरीक्षण केलेली तूट) असते

केंद्रे २ व ३ च्या दरम्यान :

K_2	K_1	K_2/K_1	D_A	L_A	D_A/L_A	$K_2 t$
०.१५९	०.३३१	०.४८	२.७५	३.८४	०.७१६	०.१५९×०.४८३ = =०.०७७

कोष्टक ४–६

केंद्र	$\bar{D}$, दर दिवशी पौंड
१	$\frac{१८५०० + १४६००}{२} = \frac{३३१००}{२} = १६५५५$
२	$\frac{२८६०० + १८५००}{२} = \frac{४७१००}{२} = २३५५०$
३	$\frac{१६५०० + २८६००}{२} = \frac{४५१००}{२} = २२५५०$
४	$\frac{२१००० + १६५००}{२} = \frac{३७५००}{२} = १८७५०$
५	$\frac{२४७०० + २१०००}{२} = \frac{४५७००}{२} = २२८५०$

सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{D}{L_A}$ = ०.९ मिळतो. आणि म्हणून D = ०.९ × ३.८४ = ३.२५ (कें ३ जवळ गणन केलेली तूट) ३ ०४ (निरीक्षण केलेली तूट) असते.

केंद्र ३ व ४ च्या दरम्यान

$$K_2 = ०.३३१ \ \frac{३११५०}{२२५५०} - \frac{(- १२१००)}{(२.३ \times ०.१७७ X २२५५० }$$

$$= ०.४५७ + \frac{१२१००}{९१८०} = ०.४५७ + १.३२० = १.७७७$$

K_2	K_1	D	L_A	K_2/K_1	D_A/L_A
१.७७७	०.३३१	३.०४	२.००	५.३६	१.५३

K_2t

१.७७७ (०.१७७) = ०.३१४

सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{D}{L_A}$ = ०,८५ मिळतो, आणि म्हणून D = ०.८५ × २.०० = १.७० केंद्र ४ जवळ गणन केलेली तूट) व १.८७ (निरीक्षण केलेली तूट) असते.

केंद्र ४ व ५ च्या दरम्यान

K_2	K_1	K_2/K_1	D_A	L_A	D_A/L_A	$K_2\ t$
०.४६३	०.३३१	१.४	१.८७	४.९३	०.३८	०४६३

$(\text{०.९०२}) = \text{०.४१८}$

कोष्टक ४–७.

नाल्याच्या पूनर्वातन–वेगाची (K_2) गणने

केंद्रांच्या दरम्यान	
१ व २	$K_2 = K_1 \frac{\bar{L}}{\bar{D}} - \frac{\Delta D}{\text{२.३}\Delta t\, \bar{D}}$
	$= -\text{०.०९५} - \frac{\text{१८७७०}}{\text{१६५५५}} - \frac{(\text{३९००}}{\text{२.३ (.३२२) १६५५५}}$
	$= -\text{०.१०७} - \frac{\text{३९००}}{\text{१२२६५}} = -\text{०'.१०७} - \text{०.३१८} = -\text{०.४२५}$
२ व ३	$K_2 = \text{०.५८५} - \frac{\text{२१८००}}{\text{२३५५०}} - \frac{\text{१०१००}}{\text{२.३}\times\text{०.४८३}\times\text{२३५५०}}$
	$= \text{०.५४१} - \frac{\text{१०१००}}{\text{२६२००}} = \text{०.५४१} - \text{०.३८२} = \text{०.१५९}$
३ व ४	$K_2 = -\text{२.२१} - \frac{\text{३११५०}}{\text{२२५५०}} - \frac{-\text{१२१००}}{\text{२.३}\times\text{०.१७७}\times\text{२२५५०}}$
	$= -\text{३'०५} + \frac{\text{१२१००}}{\text{९१६०}} = -\text{३.०५} + \text{१.३२} = -\text{१.७३}$
४ व ५	$K_2 = \text{०.३३१} - \frac{\text{३२६५०}}{\text{१८७५०}} - \frac{\text{४५००}}{\text{२.३}\times\text{०.९०२}\times\text{१८७५०}}$
	$= +\text{०.५७९} - \frac{\text{४५००}}{\text{३८८५०}} = +\text{०.५७९} - \text{०.११६} = +\text{०.४६३}$
५ व ६	$K_2 = \text{०.३३२} - \frac{\text{१८८००}}{\text{२२८५०}} - \frac{\text{३७००}}{\text{२.३}\times\text{०.४१९}\times\text{२२८५०}}$
	$= +\text{०.२७३} - \text{०.१६८} = \text{०.१०५}$

सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{p}{LA}$ = ०. ४५ मिळतो आणि म्हणून D = ०.४५ (४.९३) = २.२२ (कें ५ जवळ गणन केलेली तूट) व २.८३ (निरीक्षण केलेली तूट) असते. केंद्र ५ आणि ६ च्या दरम्यान

K2	K1	K2/K1	DA	LA	DA/LA	K2t
०.१०५	०.३२२	०.३१६	२३८	२.४७	०९६	०.१०५

०.४२ = ०.०४४

कोष्टक ४–८

केंद्रांच्या दरम्यान	K1	K2	अनुप्रवाही गणन केलेली तूट, ppm	– ऑक्सिजन निरीक्षण केलेली तूट ppm
१ आणि २	०.३३१	०.०६७	२.८०	२ ७५
२ आणि ३	०.३३१	०.१५९	३.२५	३.०४
३ आणि ४	०.३३१	१.७७७*	१.७०	१.८७
४ आणि ५	०.३३१	०.४६३	२ २२	२.३८
५ आणि ६	०.३३२	०.१०५	२.९१	२.७९

*एलिझाबेथ शहर आणि क्र. २ च्या पाशामुळे हे उच्च मूल्य आले आहे.

सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{D}{L_A}$ १.१८ मिळतो. आणि म्हणून D = १.१८×२.४७ = २.९१ (केंद्र ६ जवळ गणन केलेली तूट) व २.७९ (निरीक्षण केलेली तूट) येते.

केंद्र १ जवळ दिवसांचा ५००० पौंड BOD लादल्या नंतर आम्ही आता नवीन ऑक्सिजनचे अवनमन–वक्र प्रस्थापित करणारी गणने सादर करीत आहो थॉमस सूत्रालेखाचा वापर केला होता. आणि नदीवर पूर्वी निरीक्षण केलेल्या प्रतिक्रियांच्या वेगासारखे वेग राहतील असे गृहीत धरले होते.

द. दि. ७२४ द. ल. गॅ. × ५.८ + १.५ × ० = ७२५.५ × $\frac{४२००}{७२५.५}$ = × = ५.७९ = (संयंत्रातील अपशिष्टातील सुरवातीचा विलीन ऑक्सिजन)

८.२५ − ५.७९ = २-४३ = ऑक्सिजनची तूट (D)

द. दि. ५००० पौंड ppm = ppm × ८.३४ × १.५ द. ल: गॅ. / दि. ppm = ५ दिवसांचा ४०० BOD

अ   ब

(७२४ द. ल. गॅं. / दि × १.२३ + १.५ × ४००) $\frac{१.९२}{१.२३}$ = ७२५.५×(८९०+६००) $\frac{१.९२}{१.२३}$

= ७२५.५ × $\frac{२३२५}{७२५.५}$ = × = ३२१ ppm L

(अ) = केंद्र १ जवळ २० ^{oC} तपमानात नदीतला ५ दिवसांचा BOD

(ब) = L चे मूल्य आणि नाल्यातील तपमानातील बदल यांच्यामुळे झालेली वाढ.

केंद्र १ व २ च्या दरम्यान :

K_2	K_1	K_2/K_1	D_A	L_A	D_A/L_A
०.०६७	०.३३१	०.२०२	२.४३	३.२१	०.७६

K_{2t}

०.०६७ × ०.३२२ = ०.०२२

सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{D}{L_A}$ = १.०६ मिळतो. आणि म्हणून D = १.०६ (३२१) = ३.४० (कें. २ जवळ गणन केलेली तूट) येते.

कें. २ व ३ च्या दरम्यान

K_2	K_1	K_2/K_1	D_A	L_A
०.१५९	०.३३१	०.४८	३.४०	३८४ (३.२१ × १.९२) ६.४२

D_A/L_A	K_{2t}
०.५३	०.१५९ × ०.४८३ = ०.०७७

सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{D}{L_A}$ = ०.७६ मिळतो आणि म्हणून D = ०.७६ (६.४२) = ४.८८ (केंद्र ३ जवळ गणन केलेली तूट) येते.

केंद्र ३ व ४ च्या दरम्यान

K_2	K_1	K_2 / K_1	D_A	L_A	D_A / L_A
१.७७७	०.३३१	५.३६	४.८८	(६.४२ × २००) / ३.८४ = ३.३४	१.४६

K_2t

१.७७७×०.१७७ = ०.३१४

सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{D}{LA}$ = ०.८१ मिळतो आणि म्हणून D = ०.८१ (३.३४)
= २.७१ (कें. ४ जवळ गणन केलेली तूट येते.)

कें. ४ व ५ च्या दरम्यान

K_2	K_1	K_2/K_1	D_A,	L_A	D_A/L_A
०.४६३	०.३३१	१.४	२.७१	(३.३४× ४.९३ / २.००) ८.२३	०.३२

$K_2 t$

०.४६३ × ०.९०२ = ०.४१८

सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{D}{LA}$ =०.४४ मिळतो आणि म्हणून D =०.४४ (८.२३)
= ३.६२ (कें. ५ जवळ गणन केलेली तूट) येते.

कें. ५ व ६ च्या दरम्यान

K_2	K_1	K^2/K_1	D_A	L_A	(D_A/L_A)
०.१०५	०.३३२	०.३१६	३.६२	(८.२३× २.४७ / ४.९३) ४.१३	०.८८

K_{2t}

०.१०५ (०.४२) = ०-०४४

सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{D}{LA}$ = १.१६ मिळतो आणि म्हणून D = १.१६ ×४.१३ = ४.८० (कें. ६ जवळ गणन केलेली तूट) येते.

५ वर्षातील किमान प्रवाह असताना ५ दिवसांचा ५००० पौंड ऑक्सिजन लादणे –

संयंत्रातील अपशिष्टाचा भार, जेव्हा नदीचा ५ वर्षातील किमान प्रवाह असतो त्यावेळच्या परिस्थितीत, आपण तपासूया. ऑक्सिजनच्या तुटीचे मापन करण्याकरता पुनः थॉमस सूत्रालेखाचा उपयोग करूया.

$$३०० \times ५.८ + १.५ \times ० = ३०१.५ \times$$

$$\frac{१७४०}{३०१.५} = x = ५.७७$$ (प्रवाह कमी असतानाचा विलीन ऑक्सिजन)

$८.२२ - ५.७७ = २.४५$, कमी प्रवाहाच्या वेळेची ऑक्सिजनची तूट (D)

कमी प्रवाहाच्या वेळी जेव्हा $y = L$ ppm असतो तेव्हा $(३०० \times १.२३ +$

$$१.५ \times ४००) \frac{१.९२}{१.२३} = ३०१.५ \; y$$

$$(३६९ + ६००) \frac{१.९२}{१.२३} = ३०१.५y$$

$$\frac{१५००}{३०१.५} = y =$$ प्रवाह कमी असतानाचा ५.०२ L ppm

कें १ व २ च्या दरम्यान

K_2	K_1	K_2/K_1	D_A	L_A	D_A/L_A
०.६७	०.३३१	०.२०२	२.४५	५ ०२	०.४८८

K_2t

$$०.०९७ \times ०.३२२ = ०.०२२$$

सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{D}{LA} = ०.८१$ मिळतो, आणि म्हणून $D = ०.८१(५.०२) =$ ४०७ (कें २ जवळ गणन केलेली तुट) येते

कें २ व ३ च्या दरम्यान

K2	K1	K2/K1	DA	LA	DA/LA
१.५९	०.३३१	०.४८	४.०७	$\left(५.०२ \times \frac{३.८४}{१.९२}\right)$ १०.०५	०.४०५

K2t

$$०.१५९ \times ०.४८३ = ० ०७७$$

सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{D}{L_A}$ = ०.६५ मिळतो आणि म्हणून D = ०.६५ (१०.०५) = ६.५४ (कें ३ जवळ गणन केलेली तूट) येते.

केंद्र ३ आणि ४ च्या दरम्यान

K_2	K_1	K_2/K_1	D_A	L_A	D_A/L_A
१.७७७	०.३३१	५.३६	६.५४	$\left(१०.०५ \times \frac{२.००}{३.३८}\right)$ ५.२३	१.२५

$K_2 t$

१.७७७ × ०.१७७ = ०.३१४

सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{D}{LA}$ = ०.७१ मिळतो, आणि म्हणून D = ०.७१ (५.२३) = ३.७१ (कें. ४ जवळ गणन केलेली तूट) येते.

कें. ४ व ५ च्या दरम्यान :

K_2	K_1	K_2/K_1	D_A	L_A	D_A/L_A
०.४६३	०.३३१	१.४	३.७१	$\left[५.२३ \times \frac{४.९३}{२.००}\right]$ १२.९	०.२८८

$K_2 t$

०४६३ × ०.९०२ = ०.४१८

सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{D}{L_A}$ = ०.४ मिळतो. आणि म्हणून D = ०.४ (१२.९) = ५.१६ (कें ५ जवळची गणन केलेली तूट) येते

केंद्र ५ व ६ च्या दरम्यान

K_2	K_1	K_2/K_1	D_A	L_A	D_A/L_A
०.१०५	०.३३२	०.३१६	५.१६	$\left(१२.९ \times \frac{२.४}{४.९३}\right)$ ६.४५	०.८

$K_2 t$

०.१०५ × ०.४२ = ०.०४४

सूत्रालेखावरून आपणास $\frac{D}{L_A}$ = १.०८ मिळतो, आणि म्हणून D = १.०८ (६.४५) = ६.९७ (केंद्र ६ जवळ गणन केलेली तूट) येते

कोष्टक ४-९

२५ °C तपमानात केंद्र १ ते ६ जवळ पाण्यात राहिलेला ऑक्सिजन

केंद्र	संपृक्त विलीन ऑक्सिजन, ppm	(गणन केलेल्या तुटी) ppm			शेष O_2, ppm			शेष O_2, संपृक्तीची टक्केवारी		
		संयंत्र नसताना	संयंत्रा-सह	प्रवाह कमी असताना, संयंत्र	संयत्र नसताना	संयंत्रा-सह	प्रवाह कमी असताना संयंत्र	संयंत्र नसताना	संयंत्रा-सह	प्रवाह कमी असताना संयंत्र
१	८.३८	२.४२	२.४३	२.४५	५.९६	५.९५	५ ९३	७१	७१	७०.५
२	८.३८	२.८०	३.४०	४.०७	५.५८	४.९८	४.३१	६६.७	५९.५	५१.४
३	८.३८	३.२५	४.८८	६.५४	५.१३	३.५०	१.८४	६१.३	४१.८	२२.०
४	८.३८	१.७०	२.७१	३.७१	६ ६८	५.६७	४.६७	७९.८	६७.७	५५.८
५	८.३८	२.२२	३.६२	५.१६	६.१६	४.७६	३.२२	७३.६	५७.०	३८.४
६	८.३८	२.९१	४.८०	६.९७	५,४७	३.५८	१.४१	६५.३	४२.८	१६.८

केंद्र १ व केंद्र ४ जवळील बंधाऱ्याच्या दरम्यानच्या नदीच्या विभागातील आधीच अस्तित्वात असलेल्या ऑक्सिजनच्या अवनमनाचे कारण हॅरिसन क्रीकमधून होणारे निःसारण हे होते हे उघड आहे.

नदीच्या विभागात २५ ^{o}C तपमानात घेतलेल्या नमुन्यातील ऑक्सिजनचे क्रांतिक सांद्रण यू. एस. पाश क्र. २ (केंद्र ४) च्या जवळील धरणाच्या किंचित वरील बाजूस ५.१ ppm होते. तथापि, ह्या धरणावरून जाणाऱ्या पाण्याच्या वातनामुळे ऑक्सिजनची पातळी ६.८ ppm पर्यंत (३८ मैलांच्या संपूर्ण विभागात प्राप्त केलेली सर्वोच्च पातळी) आणली गेली. एलिझबेथ शहरातील प्रदूषणामुळे पुनः एकदा केंद्र ५ जवळ ऑक्सिजनचे ६.१ ppm इतके अवनमन झाले, आणि केंद्र ५ व ६ मधील विभागातील पुनर्वातनाचा वेग तुलनेने मंद असल्यामुळे केंद्र ६ च्या विभागाच्या शेवटी ऑक्सिजनच्या पातळीतील अवनमन ५.७५ ppm तसेच चालू राहिले.

नदीत कें. १ जवळ जेव्हा संयंत्रभाराचे अध्यारोपण (Super imposed) केले तेव्हा, जरासे गंभीर परिणाम घडून आले. टारहिलच्या जवळ असलेल्या ५.९ ppm ऑक्सिजनचे कें. ४ जवळच्या धरणाच्या किंचित वर सुमारे ३.२ ppm इतके अवनमन झाले. ह्या ठिकाणी वातन केल्यामुळे (ऑक्सिजनची) पातळी ५.७ ppm इतकी वर आणली गेली, पण त्या ठिकाणापासून कें. ६ व ४ च्या दरम्यानच्या विभागात त्याचे पुनः एकदा ३.६ ppm इतके अवनमन झाले.

अनुप्रवाही दिशेने ऑक्सिजनचे सांद्रण एका विशिष्ठ मूल्याच्याखाली कमी न होता नाल्यात कमाल BOD सोडता येईल अशा रीतीने अंदाजी L_A इतक्या औद्योगिक अपशिष्टाच्या विश्लेषकास (analyst) परवानगी देणारे एक सूत्रीकरणसुद्धा थॉमसने (५) उपलब्ध केले आहे. हे सूत्र –

$$\log L_A = \log D_C + \left[१ + \frac{K_1}{K_2 \; K_1} \left(१ - \frac{D_A}{D_C} \right)^{.४१८} \right] \log \frac{K_2}{K_1}$$

असे आहे

अनुप्रवाही दिशेने टिकवून ठेवण्याच्या ऑक्सिजनच्या तुटीची मूल्ये, नाल्यातील प्रतिक्रियागुणांक (K1 व K2), आणि प्रदूषणाच्या वृद्धीच्या बिंदूच्या जवळची ऑक्सिजनची प्रारंभिक तूट, वरील समीकरणात घालून नाल्यात मिसळता येईल असा पहिल्या टप्प्यातील कमाल अंतिम BOD संगणित करता येणे शक्य आहे.

नदीत ५ वर्षातील मंद प्रवाह किमान असताना जेव्हा तिच्यावर संयंत्रभार लादण्यात आला तेव्हा, धरणाच्या किंचित वरच्या बाजूस ऑक्सिजनचे सुमारे १.४ ppm पर्यंत

अवनमन झाले. त्यात जितकी ऑक्सिजनमधील तूट होती तितका पुनर्वातनाचा वेग जास्त होत असल्याने, धरणाजवळ वातनाने ऑक्सिजनची पातळी ४.७ ppm पर्यंत वर आली. ह्या बिंदूपासून, केंद्र ४ जवळ, ऑक्सिजनची पातळी पुनरपि केंद्र ६ पर्यन्त १.४ ppm इतक्या कमी मूल्यापर्यंत अवनमित होऊ लागली.

म्हणून, यू. एस पाश क्र. २ च्या जरा खाली (केंद्र ४), जेथे नाल्यातील परिसंपत्ति (assets) कमाल पातळीवर होती तेथे, संयंत्राचे स्थान ठेवावे अशी शिफारस करण्यात आली. केंद्र ४ जवळ स्थान ठेविल्याने नदीत काहीशी घाण निर्माण होईल, पण जर संयंत्राचे स्थान केंद्र १ जवळ ठेविले असते तर ऑक्सिजनची पातळी जितकी खाली गेली असती तितकी खाली जाणार नाही. तसेच केंद्र ४ पासून केंद्र ६ पर्यंत नदीवर ऑक्सिजनचे आधीच अवनमन झालेले असल्याने, ह्या स्वीकार्य जागेवर संयंत्राचे स्थान ठेवण्याकरता किमान गरज म्हणून संयंत्रात प्राथमिक उपचाराची योजना करावी अशी शिफारस करण्यात आली. या शिवाय, संयंत्रावर कार्यक्षम दुय्यम उपचाराची योजना केल्याखेरीज हे संयंत्र केंद्र १ जवळ उभारण्यास परवानगी देऊ नये असे लेखकाचे मत होते.

४–३. बहुविध रेखीय सहसंबंधांची चर्चिल पद्धत –

योग्य अशा २४ बिंदूंच्या जवळ घेतलेल्या नमुन्यांच्यावरून BOD, विलीन ऑक्सिजन, तपमान, आणि नाल्यातील प्रवाह, यांच्या दरम्यान सामान्यतः चांगल्या प्रकारचा सहसंबंध असतो असे चर्चिलला (१) आढळून आले. म्हणजेच, नाल्यात घडून येणारे विलीन ऑक्सिजनचे अवनमन, BOD, तपमान, आणि प्रवाह. या फक्त तीन चर घटकांच्यावर अवलंबून असते असे त्याला आढळून आले. किमान – चौरस पद्धतीचा (Least – square method) वापर करून, कोणच्याही इच्छित BOD भारणासाठी विलीन ऑक्सिजनच्या अवनमनाचे भाकित करता यावे म्हणून समाश्रयण रेखा (Line of regression) संगणित करता येते. केंद्र'च्या दरम्यान प्रवाहाला लागणारी वेळ आणि परिणामी (K_1, K_2 व K_3 हे) नाल्यातील प्रतिक्रिया – वेग निश्चित करण्याकरता वापरण्यात येणाऱ्या, पुष्कळवेळा संशयास्पद आणि नेहमीच बोजड असलेल्या, कार्यपद्धतीचे ह्या पद्धतीने निरसन होते

जर प्रत्येक नाल्यातील नमुना गोळा केला आणि नाल्यातील तीन चर घटकांपैकी एकाच्या कमाल व किमान अवस्थेत त्याचे निरीक्षण केले तर चर्चिल आणि बकिंगहॅम यांच्या पद्धतींनी एक चांगला सहसंबंध प्राप्त होतो असे लेखकाला (३) आढळून आले. व्यावहारीक आणि विश्वासार्ह निष्कर्ष मिळण्यासाठी अतिरिक्त ६ नमुन्यांची गरज लागली. अतिरिक्त नमुने घेण्याने काही थोड्या प्रमाणातच निष्कर्षांचे परिष्करण

कोष्टक ४–१०

विलीन ऑक्सिजनचे पतन, Bod, तपमान आणि

तारीख	विलीन ऑक्सिजन केंद्र ३ च्या जवळ, ppm	विलीन ऑक्सिजन केंद्र ५ च्या जवळ, ppm	O_2 तील पतन, ppm y	नमनाच्या वेळचा BO), ppm X_1	तपमान oc X_2	प्रवाह द. से. स. १००० घ. फू. X_3	y^2	yx_1
६-१८-५८	१०.०	७.९	२.१	८.४	११.५	७.१४	४.४१	१७.६४
७-१-५८	८.२	७.२	१.०	२.६	२०.५	११.७१	१.०७	२.६०
७-२२-५८	७.२	२.६	४.६	२१.२	२०.०	१९.३५	२१.१५	९७.५२
८-४-५८	८.३	२.८	५.५	५.८३	१६ ५	१५ ०२	३०.२५	३२.०६
बेरीज			१३.२	३८.०३	६८.५	५३.२२	५६.८१	१४९.८२
			$\bar{y}$	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$		
सरासरी			३.३०	९५१	१७.१२	१३.३१		
							ny^2	nyx_1
दुरुस्त केलेले घटक	-	-					४३.५६	१२५.५३
दुरुस्त केलेल्या बेरजा	-	-					१३.२२	२४.२८

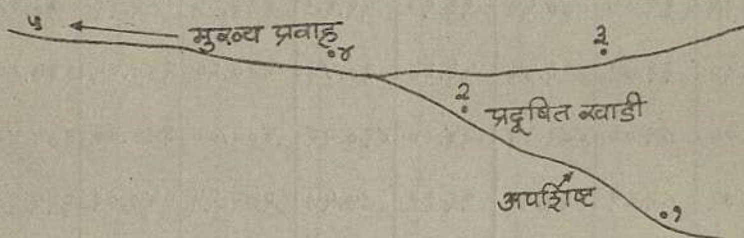
कोष्टक ४–१० (चालू)

नाल्यातील प्रस्त्राव (४ नमुने)

yx_2	yx_3	x_1^2	x_1x_2	x_1x_3	x_2^2	x_2x_3	x_3^2
२४.१५	१५.००	७०.५०	९६.९०	५९.९८	१३२.२५	८२.११	५०.९८
२०.५०	११.७१	६.७६	५३.३०	३०.४५	४२०.२५	२४०.०५	१३७.१२
९२.००	८९.००	४४९.४४	४२४.००	४१०.२२	४००.००	३८७.००	३७४.४२
९०.७५	८२.६१	३३.९९	९६.१९	८७.५७	२७२.२५	२४७.८३	२२५.६०
२२७.४०	१९८.३३	५९०.७०	६७०.१०	५८८.२०	१२२४.७५	९५६.९५	७८८.१२
nyx_2	nyx_3	nyx_1^2	nx_1x_2	nx_2x_3	nx_2^2	nx_2x_3	nx_3^2
२२५.९८	१७५.६९	३६१.६०	६५१.२४	५०६.३२	११७२.३६	९११.४७	७०८.६२
१.४२	२२.६४	१९८,९३	१८.८५	८१.९०	५२.४४	४४.४८	७९.५०

(refinement) होणे शक्य असले तरी आयोजन, संग्राहण, आणि नमुन्यांचे विश्लेषण व निष्कर्षांचे गणन, यांच्यावर घेतलेले परिश्रम, ह्या परिष्करणामुळे बहुधा वाया जाणार नाहीत.

आ. ४–६ मध्ये रेखाटन केलेल्या नाल्याची परिस्थिति दाखविणाऱ्या पुढे दिलेल्या आधारसामग्रीवरून, उत्तम तऱ्हेने जुळणारी रेषा आणि परिणामी ऑक्सिजनचे अवनमन प्राप्त करण्याकरता चर्चिलपद्धतीचा उपयोग कसा करावा याचे, निर्देशन होते. वेगवेगळ्या मंद ते मध्यमगति प्रवाहांच्या कालांतील चार निरनिराळ्या दिवशी जमविलेल्या आधारसामग्रीवरून कोष्टक ४–१० त दाखविलेली केंद्र ३ व ५ च्या दरम्यानची अवनमन मूल्ये कळून आली.



आकृती ४-६

आपल्या गणनांकरता लघुतम वर्गांच्या (२) तत्वावर तीन सामान्य समीकरणे आपण खालील प्रमाणे वापरणार आहोत.

$$b_1 \ \Sigma x_2^1 + b_2 \ \Sigma x_1 \ x_2 + b_3 \ \Sigma x_1 \ x_3 = \Sigma x_1 \ y \qquad (१)$$

$$b_1 \ \Sigma x_1 \ x_2 + b_2 \ \Sigma x_2^2 + b_3 \ \Sigma x_2 \ x_3 = \Sigma x_2 \ y \qquad (२)$$

$$b_1 \ \Sigma x_1 \ x_3 + b_2 \ \Sigma x_2 \ x_3 + b_3 \ \Sigma x_3^2 = \Sigma x_3 \ y \qquad (३)$$

आता कोष्टक ४–१० मधील आंकडे (अक्षरा) बदली घालून पायरीपायरीने पुढे जाऊया. सूत्र १ वरून आपणास १.९८.९३ b_1 + १८.५८ b_2 +८१–९० b_3 =२४.२८ (४) मिळतात.

१९८-९३ ने समीकरण (४) ला भागून

b_1 + ०.०९३४ b_2 + ०.४११७ b_3 = ०.१२२० येतात (५)

०.०९३४ ने समीकरण (४) ला गुणून

१८.५८ b_1 १.७३५ b_2 + ७.६५ b_3 = २.२७ येतात (६)

नंतर सूत्र (२) चा वापर करून

१८५८ b_1 + ५२.३९ b_2 + ४४.४८ b_3 = १.४२ मिळतात (७)

समीकरण (६) मधून समिकरण (७) वजाकरून

– ५०.६६ b_2 – ३६.८३ b_3 = ०.८५ येतात. (८)

समीकरण (८) ला – ५०.६६ ने भागून

b_2 — ०.७२७ b_3 = — ०.०१६७८ येतात (९)

आता आपण समीकरण (४) ला — ०.४१२ ने गुणूया आणि – ८१.९६ b_1 — ७.६३ b_2 – ३३.७४ b_3 =—१०.०० प्राप्त करूया (१०)

नंतर समीकरण (४) ला ०.७२७ ने गुणून

– ३६.८३ b_2 – २६.७७ b_3 = + ०.६१७९ येतात. (११)

शेवटी, सूत्र ३ लागू करून आपणास

८१.९० b_1 + ४४.४८ b_2 + ७९.५० b_3 = २२.६४ मिळतात. (१२).

समीकरणे (१०), (११), आणि (१२) ची बेरीज करून आपणास

१६..९३ b_3 = १२.०१ मिळतात. (१३)

∴ b_3 = ०.७०९३ (१४)

समीकरण (९) वरून

b_2 = – ०.५३२४ (१५)

समीकरण ५ वरून

b_1 = – ०.१२२३ (१६)

समीकरण (१२) ची सर्व मूल्ये घालून तपासणी करा :

५६.३९ = ५६.३३

$a = y - (b_1 X_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3)$,

a = ४.१३६.

पूर्वीच्या संगणनांवरून विलीन ऑक्सिजनच्या पतनाचे पुढील समीकरण मिळते :

$y = a + bX_1 + b_2 X_2 + b_2 X_3$

y = ४.१३६ — ०.१२२१ X_1 — ०.५३२४X_2 + ०.७०९३X_3

येथे y = विलीन ऑक्सिजनचे पतन, ppm

X_1 = नमनाच्या वेळचा BOD, ppm,

X_2 = नमनाच्या वेळचे तपमान, ^oC,

X_3 = नमनाच्या वेळचा प्रवाह, द. से. स. १००० घ. फुट.

कोष्टक ४–११.

गणन केलेल्या ऑक्सिजनच्या पतनाची नमनाच्या वेळच्या ऑक्सिजनच्या निरीक्षण केलेल्या पतनमूल्याशी तुलना.

दिनांक	सूत्रावरून गणन केलेले ऑक्सिजनचे पतन, ppm	निरीक्षण केलेले ऑक्सिजनचे पतन, ppm
६/१८/५८	२.०५	२.१०
७/१/५८	१.२१	१.००
७/२२/५८	४.६२	४.६०
८/४/५८	५.३०	५.५०

विलीन ऑक्सिजनच्या समीकरणावरून प्रदूषणाच्या निर्मितिस्थानाच्या खाली घडून येणाऱ्या नमनाचे अचूकतेच्या स्वीकार्य मात्रेत भाकित करता येते हे दाखविण्याकरता त्या समीकरणातून प्राप्त केलेल्या निष्कर्षाचा कोष्टक ४–११ त सारांश केला आहे. प्रदूषणाच्या निर्मितिस्थानापाशी अनुज्ञात BOD भारण संगणित करण्याकरता दुसरी सहसंबंधाची कार्यपद्धती वापरली पाहिजे. नाल्यातील नमनबिंदूपाशी अपरप्रवाही BOD भार, तपमान प्रस्राव, आणि परिणामी BOD यांच्याशी, सहसंबंधित करून तशाच प्रकारच्या लघुतम – वर्ग पद्धतीवरून BOD चे समीकरण व्युत्पन्न करता येते. BOD चे समीकरण विकसित करण्याकरता लागणारी आधारसामग्री कोष्टक ४–१२ त दिली आहे.

खालील तीन सामान्य समीकरणे वापरून,

$$b_1 \Sigma x_1^2 + b_2 \Sigma x_1 x_2 + b_3 \Sigma x_1 x_3 = \Sigma x_1 y \quad (१)$$

$$b_1 \Sigma x_1 x_2 + b_2 \Sigma x_2^2 + b_3 \Sigma x_2 x_3 = \Sigma x_2 y \quad (२)$$

$$b_1 \Sigma x^1 x_3 + b_2 \Sigma x_2 x_3 + b_3 \Sigma x_2^2 = \Sigma x_3 y \quad (३)$$

सूत्र (१) वरून आपणास

४.६५ b_1 – १५.०६ b_2 + १३.४७ b_3 = ४.९९ मिळतात. (४)

४.६५ ने समीकरण (४) ला भागून

b_1 − ३.२४ b_2 + २.९० b_3 = १.०७ मिळतो. (५)

आता सूत्र (२) वापरून

− १५.०६ b_1 + ५१.०० b_2 — ३९.२३ b_3 = − १५.९२ मिळवू (६)

३.२४ ने समीकरण (४) ला गुणून

+ १५.०६ b_1 − ४८.७९ b_2 + ४३.६४ b_3 = १६.१७ येतात. (७)

समीकरण (६) व (७) ची बेरीज करून

२.२१ b_2 + ४.४१ b_3 = ०.२५ येतो. (८)

२.२१ ने समीकरण (८) ला भागून आपणास

b_2 + २.०० b_3 = ०.११३ मिळतो. (९)

− २.८९७ ने समीकरण (४) ला गुणून आपणास

१३.४७ b_1 + ४३.६३ b_2 − ३९.०२ b_3 − १४.४६ मिळतो. (१०)

समीकरण (९) ला − ४.४० ने गुणून−

− ४.४० b_2 − ८.८० b_3 = ०.४९७ येतो. (११)

सूत्र (३) वापरून आपणास

१३.४७ b_1 − ३९.२३ b_2 + ४४.८७ b_3 = १०.१३ मिळतो (१२)

समीकरणे (१०), (११) व (१२) ची बेरीज करा.

− २.९५ b_3 = ४.८२७, b_3 = + १ ६४.

समीकरण (९) मध्ये हे फलन घालून आपणास b = − ३.१६७ मिळतो;

आणि तो समीकरण (१२) त घालून b1 = − १३.९३ येतो. आता समीकरण (७) तपासा − २०९ ७९ = − २०९ . ९२.

$a = y - b_1 X_1 - b_2 X_2 - b_3 X_3$

a = ११४.९६

म्हणून BOD चा भार देणारे समीकरण

y = ११४.९६−१३.९३X_1 − ३.१६७ X_2 + १.६४ X_3 असे होते. येथे y

= (केंद्र५) जवळ नमन असताना BOD भार दर दिवशी १००० पौंड,

X_1 = अपरप्रवाही केंद्र (२ व ३) चा संयुक्त BOD भार दर दिवशी १००० पौंड,

X_2 = नमन केंद्र ५ जवळचे तपमान,°C,

X_3 = नमन केंद्र ५ जवळचा प्रवाह, द. से. स १० घ. फूट.

फक्त केंद्र २ जवळ मिसळलेल्या प्रदूषण भारास ३० प्रतिशत् घट लागू करून (प्राथमिक उपचार), आपणास

कोष्टक ४–१२

प्रदूषणाच्या उत्पत्तिस्थानापासून (केंद्र ५) पर्यंतच्या नमनाचा,

दिनांक	BOD केंद्र ५ ppm y	(१०००० पौंड दिवस) कें. २+३ X_1	केंद्र ५ जवळ		y^2	$y_1 X_1$
			तपमान oC X_2	प्रस्त्राव द. से स. १०घ. फू. X_3		
६–१८–५८	६.३७	६.९१	११.५	१४०	४०.५८	४४.०२
७–१–५८	१.२०	४.४१	२०.५	८.५४	१.४४	५.२९
७–२२–५८	५.९४	४.१९	२०.०	५.१७	३५.२३	२४.८९
८–४–५८	२.१०	४.८५	१६.५	६.६६	४.४१	१०.१९
बेरजा	१५ ६१	२०.३६	६८.५	३४.३७	८१.७१	४८.३९
	$\bar{y}$	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$		
माध्य	३.९०	५.०९	१७.१३	८८९		
सुधारित घटक					$n\bar{y}_2$	$ny\bar{X}_1$
					६०.८४	७९.४०
सुधारित बेरजा					२०.८७	४.९९

कोष्टक ४–१२ चालू

BOD भार, तपमान आणि प्रस्त्रावाशी, बहुविध रेखीय संबंध

yX_2	yX_3	X_1^2	X_1X_2	$X_1 X_3$	X_2^2	X_2X_3	X_3^2
७३,२६	८९,१८	४७,७५	७९,४७	९६,७४	१३२,२५	१६१.००	१९६,००
२४.६०	१०,२५	१९.४५	९०,४१	३७,६६	४२०.२५	१७५,०७	७२,९३
११८.८०	३०,७१	१७.५६	८३.८०	२१.६६	४००,००	१०३.४०	२६.७३
३४,६५	१३,९९	२३,५२	८०,०३	३२,३०	२७२,२५	१०९,८९	४४,३६
२५१,३१	१४४,१३	१०८,२८	३३३.७१	१८८.३६	१२२४ ७५	५४९.३६	३४०,०२
$ny\bar{X}_2$	$ny\bar{X}_3$	$n\bar{X}_1^2$	$nX_1\bar{X}_2$	$nX_1\bar{X}_3$	$n\bar{X}_2^2$	$nX_2\bar{X}_3$	$n\bar{X}_3^2$
२६७.२३	१३४,०	१०३.६३	३४८,७७	१७४.८९	११७३.७५	५८८,५९	२९५,१५
-१५.९२	१०,१३	४,६५	-१५,०६	१३.४७	५१,००	-३९,२३	४४.८७

०.७० × ३६९२* = केंद्र २ जवळ द. दि. २५८४ पौंड,

केंद्र १ जवळ द. दि. १५९ पौंड } नैसर्गिक
केंद्र ३ जवळ द. दि. ११५९ पौंड } प्रदूषण

एकूण द. दि. ३९०२ पौंड, मिळतांत.

जर २०-५ °C तपमान आणि द से. स ५१.७ घ. फूट प्रवाह (अत्यंत क्रांतिक तपमान आणि प्रवाह) असताना केंद्र ५ जवळ, वरील फलन (काहीसा घटित भार), BOD च्या समीकरणात निविष्ट केले तर नमनाजवळ शेष BOD भाराप्रत आपण पोहोचू.

BOD = ११४.९६ – १३.९३ (३९०२) – ३-१६७ (२०-५)
= ४-१७ (द. दि. १००० पौंड)
= द. दि. ४१७० पौंड अथवा द. से. स ५१-७

घ. फूट प्रवाह असताना, १४.९४ ppm.

विलीन ऑक्सिजन नमन सूत्रात हा BOD वापरून, तळातील निक्षेपांच्या घटित परिणामाकडे दुर्लक्ष केले असताना, घडून येणारे विलीन ऑक्सिजनचे पतन आपणास मिळते. (तळात कमी निक्षेप असण्याचा परिणाम वाहितमलापासून प्रदूषण कमी होण्यात होतो, आणि वाहत्या नदीतील विऑक्सिजनीकरणाच्या वेगात ह्या घटकामुळे फरक पडतो.) यावरून आपणास विलीन ऑक्सिजनचे पतन

$$= ४.५५५ - ०.१३७१\ (१४९४) - ०.५९३१\ (२०.५) + ०.७६३९\left(\frac{१०००}{५१.७}\right)$$

= ५.०९५ ppm मिळते.

संपृक्तीच्यावेळी (२० °C) वि. ऑ. = ९.२ ppm

ऑक्सिजनची त्रुटी = ९.२–५.०९५ = ४.१०५ ppm

म्हणून (क्रांतिक परिस्थितीत फक्त ४ नमुन्यांसह) चर्चिल पद्धतींवरून असे दिसून येते कीं, जर अपरप्रवाही केंद्र विलीन ऑक्सिजनने पूर्णपणे संपृक्त झाले तर (†), क्रांतिक परिस्थितीच्या कालात नाल्यात ४ ppm वि. ऑ. टिकून राहण्याकरता प्राथमिक उपचार पुरेसा होतो. चर्चिल पद्धतीने प्राप्त केलेली वि. ऑ. ची काहीशी उच्च पातळी, (स्ट्रीटर–फेल्प्स सूत्राप्रमाणे २.७१), जेव्हा BOD भार कमी केला जातो तेव्हा होणारा अवपंकाचा (slime) परिणाम विचारात न घेतल्यामुळे, निर्माण होण्याची शक्यता असते. अवपंकाच्या वाढीची प्रवृत्ति जैवी

* केंद्र २ जवळ मिसळलेला सरासरी BOD.

† वरील स्ट्रीटर-फेल्प्स सूत्रीकरणाने प्राप्त केलेला निष्कर्ष पहा.

क्रियेत (biological action) वाढ करून प्रवाहीं पाण्यातील विलीन ऑक्सिजनच्या निष्कासनाचे त्वरण करण्याकडे असते. उलटपक्षी, जेव्हा अवमलाचे निक्षेप अस्तित्वात असतात अथवा अवपंकाची वाढ दाट आणि भरपेट होते तेव्हा तयार झालेल्या अवात–विघटन पदार्थांना पाण्याच्या वरच्या थरातून ऑक्सिजनची गरज लागेल असा निष्कर्ष खुशाल काढता येईल. अवपंकातील कार्बनिक द्रव्याचे वाढते निष्कासन पाण्याच्या ऑक्सिजन मागणीचा काही अंशी प्रतिकार करते. अवपंकाच्या आणि तळातील निक्षेपांच्या वाढीचा निव्वळ परिणाम, स्थानीय ऑक्सिजन मागणीतील त्वरण आणि (अनुप्रवाही) ऑक्सिजन मागणीच्या नंतर होणाऱ्या घटीत होतो.

संदर्भ–

१- चर्चिल, एम ए. आणि आर. ए. बकिंगहॅम, "स्टॅटिस्टिकल मेथड फॉर ॲनॅलिसीस ऑफ स्ट्रीम प्यूरिफिकेशन कपॅसिटी", स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, ४, ५१७–५५७ (एप्रिल १९५६).

२- क्रॉक्सटन, एफ. ई. आणि डी. जे. काउडेन, अप्लाईड जनरल स्टॅटिस्टिक्स; एंजलवुड क्लिफ्स, एन. जे. प्रेंटिस हॉल, इन्कॉ-१९५५, पा. २६१–२८०

३ सिमन्स, जे. डी, एन. एल. नेमेरो, आणि टी. एफ आर्मस्ट्रॉंग, "मॉडिफाईड रिव्हर सॅम्प्लिंग फॉर कॉम्प्यूटिंग डिझॉल्व्ड ऑक्सिजन सॅग," स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, "२९, ८, ९३६ (ऑगस्ट १९५७).

४. स्ट्रीटर, एछ. डब्ल्यू-, आणि ई. बी. फेल्प्स, "ए स्टडी ऑफ दि पोल्यूशन ॲंड नॅचरल प्यूरिफिकेशन ऑफ दि ओहायओ रिव्हर,', यूनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, परिपत्रक क्र. १४६, १९२५.

५. थॉमस, एछ. ए., "पोल्यूशन लोड कपॅसिटी ऑफ स्ट्रीम्स," वॉटर ॲंड स्युवेज वर्क्स, ९५, ११, ४०९ (नोव्हेंबर १९४८)

सुचविलेले अतिरिक्त वाचन

१. फेअर, जी. एम, "दि डिझॉल्व्ड ऑक्सिजन सॅग – ॲन ॲनॅलिसीस," स्युवेज वर्क्स जर्नल, ११, ३, ४४५ (मे १९३९).

२. कीट्रेल, एफ. डब्ल्यू, आणि ओ. डब्ल्यू. कॉक्टिस्की (Kochtisky), "शॅलो टर्ब्यूलंट स्ट्रीम, सेल्फ प्यूरिफिकेशन कॅरेक्टरिस्टिक्स," स्युवेज वर्क्स जर्नल, १९, ६, १०३२–१०४८ (नोव्हेंबर १९४७).

३. ल बॉस्केट, एम. ज्यू., आणि ई. सी. (Tsivoglow), " सिंप्लिफाईड डिझॉल्व्ड ऑक्सिजन कॉंप्यूटेशन्स," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ८, १०५४ (ऑगस्ट १९५०).

४. स्ट्रीटर, एछ. डब्ल्यू., " ए नोमोग्राफ सोल्यूशन ऑफ दि ऑक्सिजन सॅग इक्वेशन, ' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ५, ८८४ (सप्टेंबर १९४९).



: ५ : नाल्यातून नमुने घेणे

औद्योगिक अपशिष्टांवर करावयाचे उपचार नाल्यातील नमुने घेण्याच्या कार्यक्रमावर आधारलेले असतात. पण त्या उपचारासंबंधी सर्वंकष निर्णय, नाल्यातील नमुन्यांच्या कार्यक्षमतेपेक्षा अधिक खात्रीलायक नसतो. नाल्यातून नमुना घेण्याच्या व्यापक कार्यक्रमाचे आयोजन करण्यासाठी खर्च केलेल्या वेळेचा योग्य मोबदला जेव्हा अभियंते कार्यक्षमतेने चालतील अशा संयंत्राचे अभिकल्पन करतील तेव्हाच मिळेल. असा नमुना घेण्याचा कार्यक्रम आयोजित करताना (३) अनेक बाबींचा विचार करावा लागेल. अशा अभ्यासात समाविष्ट करण्याच्या महत्वाच्या बाबी खाली दिल्या आहेत

१) नमुने गोळा करण्याची वारंवारता

२) नमुन्यांची एकूण संख्या

३) (नमुने) गोळा करण्याची स्थाने

४) (नमुने) गोळा करण्याची पद्धत

५) मिळवावयाची माहिती

६) विश्लेषणापूर्वी घ्यावयाची नमुन्यांची काळजी

७) वर्षातील नमुने घेण्याचा काल

८) माहितीची सांख्यिकी हाताळणी

९) कार्यक्रमाची एकंदर उद्दिष्टे

(१) **वारंवारता**– योग्य प्रकारे संग्रथित (composited) एकूण नमुनासंच मिळण्याकरता आवश्यकतेनुसार वरचेवर नमुने गोळा करावेत. मुख्य नमुन्यात अपेक्षित अशा प्रत्येक बदलाचे व्यक्तिगत घटक असावेत. उदाहरणार्थ, जेव्हा ४ ते १० पर्यंत pH मध्ये बदल होत आहे असे माहीत असते तेव्हा प्रत्येक नमुना घेण्याच्या कालावधीत, संग्रथित नमुन्यात ४, ५, ६, ७, ८, ९ व १० ही pH मूल्ये असतील असे व्यक्तिगत नमुने एकदा तरी दिसून आले पाहिजेत. परिस्थितीमुळे जर तात्काल विश्लेषण करण्याची जरुरी भासली तर अल्प अगर संमिश्र न केलेले अधिक व्यक्तिगत नमुने गोळा करण्यात येतात. जेव्हा नाल्यातील सर्वसाधारण विद्यमान परिस्थिती आपणास निश्चित करावयाची असते तेव्हा पहिली पद्धत आचरण्यात येते.

(२) **नमुन्यांची एकूण संख्या** – एकंदर कार्यक्रम आणि सर्वेक्षणाकरता मिळणारा वेळ आणि प्रयत्न, यांच्यावर ही संख्या अवलंबून असते. जर विशिष्ट उद्देशाने योग्य प्रकारे

सर्वेक्षणाचे आयोजन केले तर कमीतकमी नमुने लागतील. उदाहरणार्थ, जर एकाद्याला नदीतील वैशिष्ठ्ये-विशेषत: विलीन ऑक्सिजनची रुपरेखा – प्रवाह मंद असताना निश्चित करावयाची असेल तर योग्य वेळी गोळा केलेले २ अगर ३ नमुने पुरेसे होतील. असे असले तरी, जर नमुन्याच्या गुणधर्मांवर परिणाम करणारे घटक स्पष्टपणे प्रस्थापित करावयाचे असतील तर हे नमुने फक्त अत्यंत अवर्षण घडणाऱ्या काळातच घेतले पाहिजेत. सर्व महत्वाचे घटक समाविष्ट झाले असलेले नमुने गोळा करण्याच्या अभियंत्याच्या क्षमतेवर लागणाऱ्या नमुन्यांची संख्या बऱ्याच वेळा अवलंबून असते. हे विशद होण्यासाठी असे समजा कीं, फक्त पतझडीच्या (fall) मोसमातच, अन्य कार्बनिक द्रव्यांच्या अतिरिक्त, नाल्यात फेनॉल असल्याचे माहीत आहे. म्हणून जूलैमध्ये किमान प्रवाह आणि कमाल तपमान असते अशी वस्तुस्थिती असली तरी, पतझडीच्या कालात अभियंत्याने नदीतून एक अगर अधिक नमुने गोळा केले पाहिजेत. खात्रिलायक विश्लेषण आणि भाकिताकरता किमान ४ ते ६ नमुने नदीतून घेणे सामान्यत: पसंत असते. विषाक्त (toxic) धातूच्या तुरळक लोंढ्यासारखे नदीतील घटक, विशिष्ट मोसमात नदीतीरावर पुराचे पाणी पसरणे, अवर्षण कालातील प्रवाहाचे विचित्र स्वरूप, इत्यादींच्यामुळे किमान संख्येपेक्षा अधिक नमुने घेण्याची जरुरी भासेल.

(३) (नमुने) गोळा करण्याची स्थाने –

ही स्थाने काळजीपूर्वक निवडली पाहिजेत. प्रदूषणाची निर्मितिस्थाने, उपनाल्यामुळे झालेले तनुकरण (dilution), भोवतालच्या प्रदेशवर्णनातील (topography) बदल, आणि नदीचा उतार, ह्यांचा विशेष विचार केला पाहिजे. नमुना घेण्याची स्थाने निवडताना जमिनीवरील महत्वाच्या लक्षणांचा प्रभावही लक्षात घेतला पाहिजे. उदाहरणार्थ, नागरी पाणी पुरवठ्याचे प्रवेशद्वार (intake), राज्य उपवन, औद्योगिक क्षेत्र, मासे पकडण्याची चांगली जागा, खासगी उपहारगृहे अगर शिबिरांच्या जागा, या प्रत्येकाच्या बाबतीत नाल्याच्या उपयोगासंबंधी निश्चित धारणा असते. प्रदूषणाची स्वीकार्य मर्यादा पाण्याच्या होणाऱ्या उपयोगाप्रमाणे बदलत असल्याने, अशा सर्व क्षेत्रांच्याजवळ नमुने गोळा केले पाहिजेत आणि नाल्याच्या उपयोगाच्या अशा सर्व स्थानांच्या किंचित वर आणि किंचित खाली नाल्याची अवस्था आणि बदल, यांची नोंद ठेवली पाहिजे.

चवथ्या प्रकरणात सादर केलेल्या व्यक्तिवृत्ता (case history) प्रमाणे, नाल्यावरील किमान केंद्रांची (बिंदूंची) शिफारस केली आहे. ह्या केंद्रात (अ) जेथे पाणी स्वच्छ असेल अशी अपरप्रवाही जागा; (आ) प्रदूषण अगर तनुकरणाच्या स्थानाच्या किंचित खालचा नाला; (इ) प्रदूषणाच्या विशिष्ट उद्‌भवामुळे–ऑक्सिजन नमनाचा तळ- निकृष्ट झालेली परिस्थिती असलेला नाला; (ई) ऑक्सिजन नमनाचा तळ आणि ऑक्सिजनच्या पातळीची पुन: प्राप्ति, यांच्यातील मध्यबिंदूजवळचा नाला; यांचा समावेश करावा.

स्वीकार्य नाला–भारण निश्चित करण्याकरता चवथ्या प्रकरणात वर्णन केलेल्या पद्धतींच्यापैकी कोणची वापरली हे दृष्टिआड करून सुद्धा, ह्या चार केंद्रानी उद्देश साध्य होईल. वर उल्लेखिलेल्या विभिन्न स्थानीय परिस्थितीवर अनिरिक्त नमुने घेण्याची आवश्यकता अवलंबून राहील. तसेच, नमुने घेण्याची केंद्रे एकसारखे अनुप्रस्थ छेद असलेल्या शक्यतितक्या निकटच्या बिंदूंच्यापाशी ठेवावी. त्या ठिकाणचा तळ बदलणारा नसावा, (नमुना घेणे सोयीचे व्हावे व प्रवाहमापनाच्या अचूकतेत वाढ व्हावी म्हणून) नाल्याची रुंदी कमीतकमी असावी, आणि वेग सामान्य असावा. केंद्राकडे सहज जाता येणे आणि प्रातिनिधिक नमुने सहज घेता येणे, ह्या बाबींचाही केंद्राची निवड करताना विचार केला पाहिजे. समान नमुने गोळा करण्यासाठी आणि नाल्याच्या अनुप्रस्थ छेदाचे व वेगाचे मापन करण्यास नाल्यावरील पुलाची पुष्कळ मदत होते.

वेलीय नदीमुखातून (tidal estuary) नमुने घेणे अवघड असते आणि ती समस्या वादग्रस्त आहे; ती सोडविण्यासाठीं संपूर्ण गणितीय सूत्रीकरणाचा उपयोग करण्यापासून साधे पकड – नमुने (grab – samples) घेण्यापर्यंत अभियंत्यांनी कार्यक्रम आखले आहेत वेलीय नाल्यातील प्रदूषण भरती–ओहोटीप्रमाणे कमीं जास्त होते आणि काही तासांत नव्हे तर अनेक दिवसांपर्यंत, प्रदूषणाच्या निर्मितिस्थानाच्या खालच्या भागात अनेक वेळा त्यातील काही भाग जाऊन पोहोचतो; अशी वस्तुस्थिती असल्यामुळे ही समस्या निर्माण होते. विशिष्ट नाल्यातील वेलाचक्र (tide cycle) निश्चित करणे व नंतर भरती ओहोटी तसेच मध्यवेला असताना नमुने गोळा करणे ही नमुना घेण्याची एक पद्धत परिणामकारक असल्याचे लेखकाला आढळून आले. ह्या पद्धतीमुळे विश्लेषकाला वेलीय प्रदूषण परिस्थितीचे सुसगत आणि सर्वंकष चित्र प्राप्त होते.

(४) नमुना गोळा करण्याची पद्धत –

२ फुटांपेक्षा कमी खोल असणाऱ्या नाल्यातून ०.६ फूट खोलीवर आणि २ फूट खोल असणाऱ्या नाल्यातून १ २ फूट खोलीवर नमुने घ्यावेत या पेक्षा खोल असणाऱ्या नाल्यातून नमुने घेताना ०.२ व ०.८ फूट खोलीवरील मिश्र भागांतून नमुने घ्यावे लागतात. जेव्हा नाल्यातींल प्रवाह अगदी संथ असतो तेव्हा विश्लेषण करून प्रत्येक नमुन्यातील समभाग एकत्र करावेत. नमुन्याची राशि, वैयक्तिक आणि/अगर मिश्र नमुन्यांच्यावर विश्लेषण करावयाची संख्या आणि विश्लेषणाच्या प्रकारावर, अवलंबून असते. बहुतेक नमुने गोळा करण्याकरता मानक प्रकाराच्या विलीन–ऑक्सिजन प्रतिदर्शित्राची (sampler) शिफारस करण्यात येते. कांचेची बुचे असलेल्या कांचेच्या बाटल्या आणि पॉलिथेलीनची भांडी अतिविस्तृत प्रमाणात वापरण्यात येतात. जीवाणु–विषयक नमुन्यांच्याकरता विशेष प्रकारच्या निर्जंतुक बाटल्यांची आवश्यकता असते.

(५) मिळवावयाची आधारसामग्री (data)

मिळवावयाची आधारसामग्री, सर्वेक्षणाचे उद्देश आणि अन्वेषणाकरता उपलब्ध असलेला कालावधी व पैसा, यांच्यावर अवलंबून असते. उदाहरणार्थ, जर नियामक कार्यकारणीची मुख्य आस्था नाल्याच्या एकाद्या विभागातील ऑक्सिजनची साधने ही असेल तर, विलीन ऑक्सिजन, पाण्याचे तपमान व नाल्यातील प्रवाह, यांचे मापन शक्य तितक्या दीर्घ आणि क्रांतिक कालावधीत करावे लागेल. जर सर्वेक्षण सामान्य स्वरुपाचे असेल तर साधन सामग्रीचे निर्वचन (interpretation) आणि मूल्यांकन नंतर करण्यास मदत व्हावी म्हणून नाला विश्लेषकाने शक्य तितक्या जास्त रासायनिक, भौतिक, व जीवाणू विषयक चांचण्या कराव्या. फक्त चार मोजण्यांचा अंतर्भाव असलेल्या अनेक सर्वेक्षणांतून अपशिष्ट – उपचार – संचांचे अभिकल्पन करण्यास पुरेशी होईल इतकी माहीती प्राप्त होऊ शकते असे लेखकाला आढळून आले आहे. (१) प्रवाहवेग, (२) तपमान, (३) BOD, आणि (४) विलीन ऑक्सिजन, ह्या त्या मोजण्या आहेत. त्याशिवाय, pH, रंग आणि गढूळपणा, ह्यांच्या माहितीवरुन नाल्याच्या सामान्य भौतिक अवस्थांचे निदर्शन होते. जेव्हा पिण्याकरता, स्नानाकरता, अथवा मासे पकडण्याकरता नाल्यातील पाणी वापरण्यात येते तेव्हां जीवाणुविषयक विश्लेषणाची गरज असते.

(६) विश्लेषणापूर्वी घ्यावयाची नमुन्यांची काळजी–

नमुने गोळा केल्यानंतर शक्य तितक्या लवकर सर्व नमुन्यांचे विश्लेषण करावे. शक्य असेल तेथे किनाऱ्यावरच विश्लेषण करावे अशी लेखकाची शिफारस आहे. आधुनिक हातवाहू उपकरणे उपलब्ध असल्याने, प्रत्येक विश्लेषणाकरता नमुने प्रयोगशाळेत आणण्याचे सोयीं-शिवाय वेगळे कारण दिसत नाही. तथापि, नाल्यातील स्थानावरील कॉलीफॉर्मचे गणन (count) आणि फेनॉलचे संकेंद्रण, तसेच तरंगत्या घनपदार्थांच्या राशीच्या निर्धारणासारख्या तपशीलवार चांचण्या करणे अव्यवहार्य असते. रासायनिक, भौतिक, अगर जीवाणुविषयक किंचितही बदल होणारे नमुने, ० oC ते १० oC (इष्टतम ४ oC)तपमान टिकून राहण्यासाठी, विश्लेषण करीपर्यंत बर्फात ठेवावेत. विलीन ऑक्सिजनचे नमुने नाल्यातील स्थानावर अम्लीकरणाच्या अवस्थेतून न्यावेत. फेनॉलच्या नमुन्यांचे कॉपरसल्फेटने जतन करावे. अन्य विश्लेषणांकरता नमुने जतन करण्यासाठी संदर्भग्रंथ २ पहावा.

(७) जर निष्कर्ष प्राप्त करण्याकरता वेळेचे बंधन असेल तर वर्षातून कोणच्यावेळी नमुने घ्यावेत–

ह्याला अत्यंत महत्व असते. औद्योगिक अपशिष्टांच्या उपचारासंबंधीच्या नाल्याच्या अभ्यासात आपणाला मुख्यतः प्रदूषणांच्या क्रांतिक अवस्थांची दखल घ्यावी लागते. जेव्हा

परिसरातील हवा अतिगरम असते, नाल्यातील वेग कमालीचा मंद असतो, आणि मानव निर्मित प्रदूषण कमाल असते तेव्हा, ह्या अवस्था सामान्यपणे अस्तित्वात असतात. यूनायटेड स्टेट्सच्या बहुतेक भागांत, उन्हाळ्यात सामान्य परिस्थितीत क्रांतिक अवस्था निर्माण होतात. म्हणून नालासर्वेक्षणासाठी उन्हाळ्याचा काल आदर्श असतो. परंतु नाल्यातील आणि मनुष्यबळाच्या परिस्थितीमुळे अनेक अभ्यास वसंत ऋतूत व हिमऋतूतही करणे भाग पडते. समस्यांच्या तातडीमुळे अथवा अपवाह अगर प्रदूषणाच्या असाधारण परिस्थितीमुळे कधीकधी कोणच्याही मोसमात अन्वेषणे करावी लागतात. तथापि, तपमान, प्रवाह, व प्रदूषणभार, यांची क्रांतिक अवस्था असताना जेंव्हा माहिती गोळा करण्यात येते तेव्हा चुका कमी होण्याचा संभव असतो त्यामुळे, प्रत्येक नाला–अन्वेषकाचे आणि औद्योगिक अपशिष्ट अभियंत्याचे उद्दिष्ट नाल्याच्या क्रांतिक परिस्थितीत माहीती गोळा करावी हे असावे.

भाविष्यकालीन क्रांतिक कालावधीत प्राप्त होणाऱ्या परिस्थितीला लागू होतील अशी नाल्याची अन्वेषणे प्रक्षेपित करण्याची जरूरी संभवनीय असते. समस्येची तीव्रता वर्षावर्षाला आणि वर्षातील एका कालापासून दुसऱ्या कालापर्यंत काही प्रमाणात बदलत असल्याने उन्हाळ्याच्या क्रांतिक परिस्थितीत जेव्हा सर्वेक्षण करण्यात येते तेव्हा सुद्धा ह्याची कधीकधी जरूरी असते.

(८) आधार सामग्रीची सांख्यिकी हाताळणी –

अन्वेषकाला सर्वेक्षणाचा जो पैलू महत्वाचा वाटतो त्यावर भर देण्याकरता आधार सामग्रीची हाताळणी करावी लागते ही वस्तुस्थिति सर्वश्रुत आहे. ही प्रथा स्वयमेव नैतिक (ethical) असू शकते आणि अस्तित्वात असणे शक्य असलेल्या अन्य अवस्था अगर घटनांच्या संबंधी पूर्वनिर्णय घेतला जात नाही. तथापि, सामान्य माणसापर्यंत ही माहिती योग्य स्वरुपात पोचविण्यासाठी अभियंत्याला सांख्यिकी व गणितीय शास्त्रांचे कामचलाऊ ज्ञान असले पाहिजे. उदाहरणार्थ, अस्तित्वात असलेल्या कॉलीफॉर्म जीवाणूंच्या अधिकतम संभाव्य संख्येचा (MPN) आभ्यास करताना गणितीय सरासरीवरून ह्या संख्येचे विवरण अगर तिच्यावर ठामपणे जोर देणे शक्य होत नाही. उलट पक्षी, ज्यामितीय माध्य अगर रीति (mode) या पद्धतीने ही संख्या अधिक अचूकतेने चांगल्या प्रकारे निर्दशित होऊ शकते. शिवाय, जीवाणु–विषयक व्यवस्थेत गणितीय माध्य आणि रीति, ह्यांत बऱ्याच प्रमाणात फरक असू शकतो आणि पुष्कळवेळा असतोही. खालील निदर्शी उदारणावरून कॉलीफॉर्म जीवाणु – संख्यांच्या मालिकेचे गणितीय माध्य व रीति, यामधील फरक दिसून येईल.

नमुना क्रमांक	कॉलीफॉर्म संख्या, MPN/१०० मि. लि.
१	०
२	०
३	०
४	९.०
५	३.६
गणितीय माध्य	१२·६/५ = २.३
रीति	= ०

औद्योगिक अपशिष्ट–अभियंत्याला क्रांतिक परिस्थितीतील प्रवाहाच्या वेगाचे महत्व असते. प्रवाहातील कधीकाळी नोंद केलेला किमान प्रवाह जर त्याने आपल्या आंकड्यात समाविष्ट केला तर त्याचा शेवट अवास्तव मूल्यांकनात होईल. उलट, उन्हाळ्यातील माध्य अगर मंद प्रवाहाचे मूल्य धोकादायक असू शकेल कारण पुष्कळ वेळा ह्यापेक्षाही प्रवाह अधिक मंद असू शकेल. अपशिष्टा वरील उपचार करण्याच्या सुविधांचे अभिकल्पन करण्यासाठी कसोटी म्हणून काही राज्यनियामक कार्यकारिण्या दहा वर्षात घडणे शक्य असलेल्या किमान सात दिवसांच्या प्रवाहाचा उपयोग करतात.

नदीच्या माहितीच्या सांख्यिकी हाताळणी इतकेच औद्योगिक अपशिष्टाविषयीची सांख्यिकी माहिती हाताळणे महत्वाचे असते. उदाहरणार्थ, अपशिष्ट अभियंत्याला अशी जाणीव असावी लागते कीं, काही परिस्थितीत उच्च अपशिष्टांचे आंकडे महत्वपूर्ण असतात पण BOD ची गणितीय माध्यमूल्ये, जेव्हा ह्या अपशिष्टांवर उपचार करण्याकरता आपणास अभिकल्पन करावयाचे असते तेव्हा, आवश्यक असतात. उपचार–संयंत्राची कार्यक्षमता संगणित करताना, केवळ माध्यमूल्य वापरण्यापेक्षा गणितीय माध्यापासून होणाऱ्या मानक विचरणाचा वापर करण्याने अभियंत्याला संयंत्राच्या परिचालनाचे अधिक स्पष्ट चित्र प्राप्त करता येते. तसेच एका उपचार–संयंत्राच्या कार्यक्षमतेची दुसऱ्याच्या कार्यक्षमतेशी तुलना करताना विचरण गुणांकांचा (coefficients of variation) उपयोग करणे इष्ट असल्याचे त्याला आढळून येईल.

(९) कार्यक्रमाच्या एकूण उद्दिष्टात–

कार्यक्रमाच्या एकूण उद्दिष्टात बराच फरक असणे शक्य असते. उदाहरणार्थ, एका

प्रसंगी अपरप्रवाही बाजूवरील उद्योगाचा अनुप्रवाही पाण्याच्या दर्जावर काय परिणाम झाला आहे या संबंधी अभियंत्याला आस्था असू शकेल. ह्या विशिष्ट प्रसंगी ग्राहक (receiving) नाल्यातील रंगाबद्दल त्याला खास औत्सुक्य असू शकते. अन्य प्रसंगी, फक्त उन्हाळयाच्या मोसमातील नाल्याच्या विलीन ऑक्सिजनच्या अवनमनाचे (sag) गुणधर्म पारखून घेण्याचा अभियंत्याचा प्रयत्न असेल. आणखी दुसऱ्या एका उदाहरणात, राज्य प्रदूषण नियंत्रण प्राधिकारिणीने प्रस्थापित केलेल्या वर्गवारीच्या मानकांचे नाल्यातील गुणधर्मासबंधी पालन करण्यासंबंधी अभियंत्याला आस्था वाटत असेल. नाल्याच्या सर्वेक्षणाच्या अनेक विभिन्न उद्दिष्टांपैकी ही फक्त काही उदाहरणे आहेत. वर उल्लेख केलेले हे सर्व आठ घटक सर्वेक्षणाच्या एकूण उद्दिष्टांवर अंशतः अवलंबून असतात.

संदर्भ–

१– हॅनी, पी. डी. आणि जे. श्मिड (Schmidt), " रिप्रेझेंटेटिव्ह सॅम्प्लिंग अँड अॅनॅलिटिकल मेथड् इन स्ट्रीम स्टडीज," यूनाटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, तांत्रिक अहवाल, W ५८–२, १३३-१४२, (१९५८).

२- " स्टॅंडर्ड मेथड्स फॉर एक्झॅमिनेशन ऑफ वॉटर, स्युवेज, अँड वेस्ट्स," १० वी आवृत्ति, युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, १९५५.

३– व्हेल्झ, सी. जे., " सॅम्प्लिंग फॉर इफेक्टिव्ह इव्हॅल्यूएशन ऑफ स्ट्रीम पोल्यूशन," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ५, ६६६ (मे १९५०).



: ६ : नाल्याच्या संरक्षणाचे उपाय–

लोकांना नाल्याचा अनेक प्रकारे उपयोग होतो आणि नाल्यातील मिळालेल्या सेवेतील प्रदूषण दूर करणे ही सर्वांत मुख्य सेवा आहे. तथापि, जलपान, नौकानयन, स्नान करणे, मासे पकडणे, सिंचाई आणि ऊर्जासारखे नाल्यातील इतरही अधिक महत्वाचे उपयोग आहेत. म्हणून त्याचा वापर करणाऱ्या लोकांचे जास्तीत जास्त हित व्हावे याकरता नाल्याचे सरक्षण केले पाहिजे.

नाल्याची परिस्थिती स्वीकार्य असावी यासाठी अनेक पद्धती वापरात आहेत. अपशिष्टांवरील उपचारणासंबंधी घेतलेल्या अतिलवचिक नियंत्रणाच्या वैयक्तिक निर्णयांपासून नाल्यातील अगर मलनिःस्त्रावासंबंधी कायद्यानी प्रमाणित केलेल्या ताठर नियंत्रणापर्यंत ह्या पद्धतींची व्याप्ति असू शकते. लवचिक नियंत्रण व्यवस्थेच्या कार्यपद्धतीतील विचरणामुळे त्या पद्धतीचे तपशीलवार विवेचन करता येणार नाही. सामान्यत: नाल्याच्या बाजूने वस्ती केलेल्या लोकांचे जास्तीत जास्त हित होईल अशा प्रकारे अपशिष्टाच्या उपचारणाचा विशिष्ट प्रकार व दर्जा असला पाहिजे अशी राज्य नियामक कार्यकारिणीची मागणी असते. अशा सैल कार्य पद्धतीचा फायदा तात्काल निर्णय घेण्याचे स्वातंत्र्य हा असतो; पण नाल्याच्या वापराचा संबंध असलेल्या घटकांच्या प्रतिनिधित्वाचा अभाव हा त्यातील धोका असतो. शिवाय, एका स्थानापासून दुसऱ्या स्थानापर्यंत करावयाच्या उपचारात एकसारखेपणाचा अभाव असण्याची शक्यता असते आणि त्याचा परिणाम अनुचितपणात होतो. तथापि, एकसारखेपणा नसणेही कधीकधी फायदेशीर ठरते. उदाहरणार्थ, नाल्यातील नगरपालिकेच्या पाणीपुरवठ्याच्या प्रवेशस्थानाच्या वरच्याबाजूस बसविलेल्या संयंत्रातून त्याच नाल्यातील समप्रकाराच्या पण प्रवेशस्थानाच्या खालच्या बाजूस प्रस्त्रावित होणाऱ्या अपशिष्टावर करण्यात येणाऱ्या उपचारां-पेक्षा अधिक परिपूर्ण उपचारांच्या तरतुदींची अपेक्षा करावी लागेल.

ताठर संरक्षणासाठी यूनायटेड स्टेट्समध्ये विचारसरणीच्या दोन प्रणाल्या प्रसृत आहेत. एका प्रणालीत "मलनिःस्त्राव मानक" अधिमान्य आहेत तर दुसरीत "नाला मानक" अधिमान्य आहेत. एका विशिष्ट प्रकारच्या उद्योगातील सर्व मलनिःस्त्रावातून प्रस्त्रावित झालेली अपशिष्टे एका ठराविक टक्क्याच्या खाली अगर प्रदूषक द्रव्यांच्या विशिष्ट कमाल संकेंद्रणाच्या खाली ठेविली पाहिजेत. अशी मलनिःस्त्रावाच्या (effluent) प्रमाणीकरण पद्धतीत आवश्यकता असते. दर रोज नाल्यात मिसळल्या जाणाऱ्या प्रदूषक पदार्थांच्या एकूण राशीवर सामान्यपणे नियंत्रण राहत नाही. जरी लहान आणि मोठ्या उद्योगांतील अपशिष्टां

वरील उपचाराच्या तरतुदीचे प्रमाण तेच असले तरी नाल्यातील प्रदूषणाच्या बऱ्याच भागास मोठा उद्योग जबाबदार असतो. तथापि, असा युक्तिवाद करता येणे शक्य आहे कीं, त्या क्षेत्रातील त्याच्या मोलामुळे मोठ्या उद्योगांना नाल्याच्या आत्मसात करण्याच्या कार्यक्षमतेतील मोठा भाग वाटून द्यावा लागेल.

नियामक दृष्टिकोनातून, नाला मानकांच्या व्यवस्थेपेक्षा मलनिःस्त्राव मानकांची व्यवस्था, नियंत्रणास अधिक सुलभ असते. अपशिष्टावर करावयाच्या उपचाराची नक्की राशि निर्धारित करण्यासाठी नाल्याचे तपशीलवार विश्लेषण करण्याची आवश्यकता नसते. शिवाय, नाल्यांच्या वर्गीकरणाच्या कालात अथवा प्रदूषण कमी करण्याच्या कार्यक्रमाच्या आयोजनात मलनिःस्त्राव मानकांचा राज्याला मार्गदर्शक म्हणून उपयोग होऊ शकतो. उलटपक्षी, मलनिःस्त्राव दर्जा जर वाढवला नाही तर अतिभारित नाल्याकरता कोणत्याही प्रकारे प्रभावी संरक्षण करण्याची तरतूद ह्या व्यवस्थेत नसते. मलनिःस्त्रावाचे मानक नाल्याच्या संपूर्ण संरक्षण करण्यावर आधारित करण्याच्या ऐवजी ते अधिकतर उपचारातील काटकसर आणि व्यवहार्यतेवर आधारलेले असते; म्हणून नाल्याचा सर्वोत्तम वापर ही प्राथमिक विचाराची बाब होत नाही. औद्योगिक मलनिःस्त्रावाच्या मानकांची पूर्ती केल्यावर नाल्याचा वापर जवळजवळ त्यातील परिस्थितीवरच अवलंबून असतो. औद्योगिक काटकसरीकरता नैसर्गिक साधनांची दर्जोन्नति आणि संधारणाकडे काही प्रमाणात दुर्लक्ष होते.

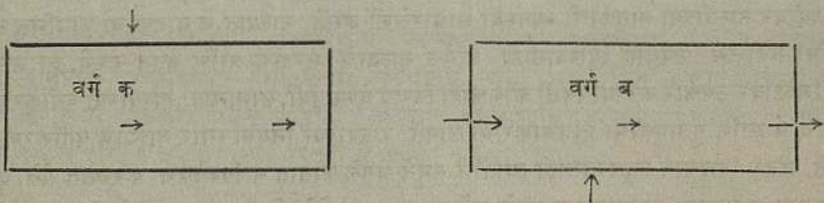
नाल्याच्या वर्गवारीचा अथवा दर्जाचा मानक प्रस्थापित करण्यावर आणि नाल्याची प्रस्थापित वर्गवारी अथवा दर्जा टिकून राहण्यास आवश्यक प्रस्त्राव त्यात जाईल असे नियमन करण्यावर नाल्याच्या मानकांची व्यवस्था आधारलेली असते; नाल्यातील मानकांचा प्राथमिक उद्देश त्याचा सर्वोत्तम उपयोग होण्यासाठी प्रत्येक नाल्याचे संरक्षण आणि जतन करणे, हा असतो. अपशिष्टावर उपचार करण्यासंबंधी कोणताही निर्णय घेण्यापूर्वी, सामान्यतः, नाल्याच्या वर्गीकरणाची एक दीर्घ आणि गुंतागुंतीची प्रक्रिया करावी लागते. राज्याच्या नियमांनुसार नाल्याचे वर्गीकरण केले जाते, नंतर विद्यमान प्रदूषणासाठी त्यातील नमुने घेतले जातात व विश्लेषण करण्यात येते, आणि विद्यमान व संभाव्य वापरांकरता त्याचे सर्वेक्षण करण्यात येते. नियामक कार्यकारिणीकडून सर्वोत्तम वापराबद्दल हितसंबंधी पक्षांचे म्हणणे सार्वजनिकरीत्या ऐकून घेण्यात येते आणि नंतर नाल्याच्या अगर त्याच्या विभागाच्या सर्वात जास्त वापरासंबंधी निर्णय घेण्यात येतो. साहजीकच जितकी उच्च वर्गवारी तितका अधिक स्वच्छ नाला असावा लागतो, आणि परिणामी अपशिष्टावरील उपचाराची मात्रा अधिक असावी लागते. नंतर प्रत्येक प्रदूषणकारकावर रीतसर नोटीस बजाविली जाते व नाल्याची वर्गवारी कायम राहण्याकरता अवश्य असणारे निश्चित उपाय करण्यासाठी त्याच्यावर कालमर्यादा घालण्यात येते. त्यानंतर कायद्याचे पालन

करणे ही, शिक्षण, मन वळविणे, सार्वजनिक दाब आणि कधीकधी महान्याय–प्रतिनीधीचे कार्यालय यांची बाब बनते. नाल्याच्या मानकांची पूर्ती करण्याकरता अपशिष्टावर किती उपचार करावयाचा हे ठरविणे प्रत्येक उद्योगावर सोपविले जाते, आणि उद्योगास काय मान्य होईल हे ठरविण्याकरता उद्योगाकडून, सामान्यत:, प्रदूषण नियंत्रण अधिकारिणीशी प्रत्यक्ष संपर्क साधण्यात येतो, कारण प्रदूषण नियंत्रण अधिकारिणीला पुनर्विलोकन करावे लागते आणि अपशिष्ट–उपचार संयंत्रांचे अंतिम संरचन नकाशे मान्य करावे लागतात.

उद्योगाचा प्रकार अगर उद्योग आणि नगरपालिकांची स्थाने, यासारखे अन्य घटक कोणतेही असोत, अतिप्रदूषणास प्रतिबंध करता येतो हा नाला मानक व्यवस्थेचा प्रमुख फायदा असतो. नाल्यात सामावून घेता येईल इतकी मर्यादा भारावर या व्यवस्थेत घालता येते आणि म्हणून नाल्याच्या बाजूने क्रांतिक विदूजवळ स्थापित केलेल्या उद्योगात अडचणी निर्माण केल्या जातात. उलटपक्षी, जितक्या काळजीपूर्वक मजूर, वाहने, बाजार आणि अन्य बाबींचा विचार केला जातो तितक्याच काळजीने संयंत्राचे स्थान निश्चित करण्याचा निर्णय घेताना प्रदूषण कमी करण्याविषयी विचार करावा.

नाला – मानकावर आधारलेल्या व्यवस्थेची वर्गवारी पुरी करण्यात अनेक अडचणी येतात. त्यांचा खाली उल्लेख केला आहे

(१) निरनिराळ्या वर्गवारीचे विभाग अपशिष्टाने भरलेले असल्याने निर्माण होणारा गोंधळ



(२) भाविष्यकालीन औद्योगिक, नागरी, कृषिविषयक आणि अन्य उपयोगाकरता नाल्यातील विभाग राखून ठेवण्यातील मतभेद

(३) प्रस्थापित वर्गवारीत (विभागाची दर्जोन्नति अथवा अवनति यात) बदल करताना उद्योगापासून अगर नागरिकांपासून होणारा अडथळा आणि दप्तर दिरंगाई

(४) वर्गवारी करण्यापुर्वी संमिश्र आणि संपूर्णतया सर्वेक्षण करण्याची आवश्यकता. ही बाब खर्चाची आणि अडचणीची असू शकते, आणि त्यामुळे (कार्यवाहीत) विलंब होतो.

(ह्या विषयीची) आशादायक बाजू उद्योग, नागरी संस्था, आणि नाल्याच्या ज्या परिस्थित्यनुरूप संयंत्राचे अभिमूल्पन करावयाचे ती परिस्थिति नक्की जाणणाऱ्या अभियंत्याना सुरक्षितता वाटते, ही आहे. जर प्रसंगाची व्याप्ति आणि उपचाराची नक्की मात्रा माहीत असेल तर उद्योग आपली समस्या सोडविण्याची पद्धत शोधू शकतो.

खालील वर्गीकरणानुसार **न्यूयॉर्क** राज्याने नाला – मानक पद्धति अमलात (२) आणली आहे.

ताजे पाणी –

वर्ग AA – मान्य असलेले रोगाणुनाशन करून अस्तित्वात असलेली **नैसर्गिक** अशुद्धता नाहीशी करण्याकरता जरूर तर अतिरिक्त उपचार केलेले **पिण्याचे पाणी**

वर्ग – A किमान किलाटन, अवसादन, निस्यंदन, व रोगाणु–नाशन; या शिवाय जरूर तर नैसर्गिक अशुद्धता नाहीशी करण्यासाठी अतिरिक्त उपचारांसारखे मान्य उपचार जर पाण्यावर करावे लागले तर असे **पिण्याचे पाणी**

वर्ग B – **स्नान** अगर अन्य गौण वापर

वर्ग C – **मासे पकडणे** अगर अन्य गौण वापर

वर्ग D – **कृषि विषयक, औद्योगिक प्रशीतन** अगर **औद्योगिक प्रक्रिया जल**, अथवा अन्य गौण वापर

वर्ग E – **वाहितमल, आणि औद्योगिक अपशिष्ट निस्तरण**, आणि **परिवहन**, अथवा अन्य गौण वापर

वर्ग F – **वाहितमल** आणि **औद्योगिक अपशिष्टे** अथवा अन्य अपशिष्टांची विल्हेवाट

लवणयुक्त वेलाजले (tidal salt waters)

वर्ग SA– विकण्याकरता शेल मासे पकडणे आणि अन्य वापर

वर्ग SB– स्नान आणि विकण्याकरता शेलमासे पकडण्याव्यतिरिक्त अन्य वापर

वर्ग SC– स्नानाव्यतिरिक्त आणि विकण्याकरता शेल मासे पकडण्याव्यतिरिक्त मासे पकडणे आणि इतर वापर.

वर्ग SD– मासे पकडणे, स्नान करणे, आणि शेल मासे पकडणे याव्यतिरिक्त कोणत्याही प्रकाराचा वापर

भूजले (under ground water)

वर्ग GA– (जल) पान, पाकशाला, अथवा **अन्नप्रक्रिया**, आणि इतर वापर.

वर्ग GB-GA तील वापराव्यतिरिक्त, औद्योगिक अगर अन्य जलपुरवठा.

एकदा का नाल्याचे वर्गीकरण झाले कीं, नियामक अधिकारिणीकडून ते वर्गीकरण टिकवण्याचा अगर त्यात सुधारणा करण्याचा प्रयत्न करण्यात येतो. या व्यवस्थेखाली अपशिष्ट–उपचार यंत्रणेचे अभिकल्पन करणाऱ्या अभियंत्यावर अपशिष्ट–उपचार सिद्ध करण्याची जबाबदारी पडते. अभियंत्याला असे दाखविता आले पाहिजे कीं, ज्या नाल्यावरील संयंत्रातून अपशिष्ट सोडण्यात येते त्याची वर्गवारी अशा अपशिष्टामुळे बदलणार नाही. नाल्याचा विद्यमान दर्जा आणि महत्वाची प्रदूषणाची स्थाने नजरेस आणण्यासंबंधी नियामक अधिकारिणी नागरिकांना जबाबदार असते.

संदर्भ–

१. ब्लडगुड, डी, ई, " १९५३ चे औद्योगिक अपशिष्ट-चर्चा मंडळ(forum)", स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ५, ६४० (मे१९५४).

२. न्यू यॉर्क राज्य जलप्रदूषण नियंत्रण मंडळ, "क्लासिफिकेशन अँड स्टँडर्डस् ऑफ वॉटर क्वालिटी अँड प्यूरिटी," जर्नल ऑफ दि अमेरिकन वॉटर वर्क्स असोसिएशन, ४२, १२, ११३७ (डिसेंबर १९५०).

३. डॅपर्ट, ए पी.. "पोल्यूशन कंट्रोल थ्रू दि मेकॅनिझम ऑफ क्लासेस अँड स्टँड्र्डस," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ३, ३१३ (मार्च १९५२).

४. स्ट्रीटर, एच. डब्ल्यू "स्टँड्र्डस ऑफ स्ट्रीम सॅनिटेशन," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स २१, १, ११५ (जानेवारी १९४९)





विभाग II

उपपत्त्या (Theories)

: ७ : उदासीनीकरण (Neutralization)

अति क्षारीय अगर अम्लीय अपशिष्टे उपचार केल्याशिवाय ग्राहक नाल्यात सोडता कामा नयेत हे अत्यावश्यक असते. सर्वांत कनिष्ट वर्गीकरणातील, म्हणजे ज्या नाल्याची- अपशिष्ट - निस्तारणाकरता आणि / अगर नौकानयनाकरता – वर्गवारी केली आहे, अशा नाल्यावर सुद्धा pH च्या उच्च अगर कमी मूल्याचा उलट परिणाम होतो. जेव्हा अम्ल अगर क्षारांचे धातु खंड (नाल्यातील) प्रवाहावर अकस्मात लागू केले जातात तेव्हा ही परिस्थिती अधिकच क्रांतिक होते.

अपशिष्ट – जलातील अति अम्ल अगर क्षारतेच्या उदासीनीकरणाकरता अनेक मान्यवर पद्धती उपलब्ध आहेत. त्यापैकी काहीत खालील पद्धतींचा समावेश आहे : (१) अपशिष्टांचे असे मिश्रण करणे की त्याचा निव्वळ परिणाम, pH जवळजवळ उदासीन होण्यात होतो; (२) चुनखडीच्या थरांमधून अम्लीय अपशिष्ट - जल जाऊ देणे; (३) चुन्याच्या अथवा डॉलोमाइट चुन्याच्या गाऱ्यात अम्लीय अपशिष्टे मिसळणे; (४) दाहक (caustic) सोडा (NaOH) अथवा सोडा ॲश (Na_2CO_3) यांची संकेंद्रित द्रावणे अम्लीय अपशिष्टांत योग्य प्रमाणात घालणे; (५) क्षारीय अपशिष्टांमधून बॉयलर मधील दग्धवायु (fluegas) फुंकणे; (६) क्षारीय अपशिष्टांत संपीडित CO_2 घालणे (७) क्षारीय अपशिष्टांत CO_2 निर्माण करणे; (८) क्षारीय अपशिष्टांत सल्फ्युरिक अम्ल घालणे.

उदासीनीकरणाकरता वापरावयाचे द्रव्य व त्याची पद्धत एकंदर खर्चाकडे ध्यान देऊन निवडावी, कारण द्रव्याच्या किंमतीत फार फरक असतो आणि निरनिराळ्या पदार्थांच्याकरता वापरावयाची उपकरणे निवडलेल्या पद्धतीप्रमाणे बदलावी लागतात. उदासीनीकरण करावयाच्या क्षार अगर अम्लाची राशी, प्रकार, आणि आयतन (volume) हे, उदासीनी करणाकरता कोणचे द्रव्य वापरावयाचे ते निश्चित करण्याचे, निर्धारक घटक असतात.

कोणच्याही चुन्याच्या उदासीनीकरण पद्धतीत अपशिष्ट–अभियंत्याने एक किमान स्वीकार्य निःस्त्रावी pH ठरवावा, आणि किमान pH पर्यंत पोचण्यासाठी अम्ल–निःस्त्रावाकरता पुरेसा प्रक्रिया – कालावधी ठेवावा. त्यामुळे अभियंत्याला सामान्यपणे अकारण होण्यासारख्या खर्चात बरीच बचत करता येईल (९).

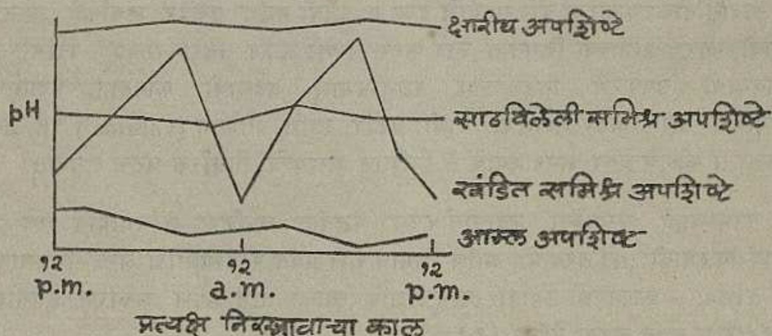
पुरेसा अवरोधन (detention) काल ठेवून आणि जरूरी असल्यास नंतरच्या जीव- विषयक उपचारणातील क्षमतेचा काही प्रमाणात त्याग करून गिरणीतील उदासीनीकरणावर

होणारा खर्च कमी करता येतो. अशी अनेक उदाहरणे (उपलब्ध) आहेत. शक्य असणाऱ्या मर्यादेत, उच्च प्रमाणातील क्षारीय अपशिष्टांच्या केवळ अवरोधन-कालाचा परिणाम, अंतिम pH हवा असेल तितका कमी करण्यात जितका उदासीनीकारक रसायनांच्या वापराने प्राप्त होतो तितका, होणार नाही. जेव्हा pH ची मूल्ये उदासीनतेच्या निकट असतात तेव्हा जीवविषयक उपचार अधिक कार्यक्षमतेने होतात. म्हणून रसायनांनी केलेल्या प्राक् उदासीनी करणामुळे असा उपचार अधिक परिणामकारक होतो.

७–१ अपशिष्टे मिसळणे –

संयंत्राच्या एकूण परिचालनात अथवा शेजारच्या औद्योगिक संयंत्रांच्या दरम्यान, निरनिराळ्या अपशिष्टांचे मिश्रण साध्य करता येते. एकाच संयंत्रात क्षारीय आणि अम्लीय अपशिष्टे वैयक्तिकरीत्या निर्माण होऊ शकतात, आणि उचित वेळी ह्या अपशिष्टांचे योग्य प्रकारे मिश्रण करून उदासीनीकरण साध्य करता येते. (आ ७–१). त्या करता, क्षारीय अगर अम्लीय अशा दोघापैकी एकाचे धातुखंड (slugs) बनू नयेत म्हणून प्रत्येक अपशिष्ट काही मात्रेत साठविण्याची सामान्यपणे जरुरी असते.

अम्लीय अपशिष्ट प्रस्त्रावित करणाऱ्या संयंत्राच्या निकटवर्ती क्षेत्रात क्षारीय अपशिष्ट सोयीस्करपणे पंप करता येईल. असे क्षारीय अपशिष्ट एका संयंत्रातून निर्माण होत असेल तर, अशा प्रत्येक संयंत्राकरता उदासीनीकरणाची काटकसरीची शक्यता असलेली व्यवस्था अंमलात आणता येते. उदाहरणार्थ, क्षारीय (चुना व मॅग्नेशिया) अपशिष्ट निर्माण करणाऱ्या एका



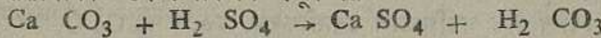
आ. ७-१. उदासिनीकरणावरील साठवणाचा परिणाम

आ. ७–१ उदासीनीकरणावरील साठवणाचा परिणाम

वास्तुसामुग्रीच्या संयंत्रातील गारा, काहीसे समानीकरण केल्यानंतर, अम्लीय अपशिष्ट निर्माण करणाऱ्या एका रासायनिक संयंत्रातील निःस्त्रावात मिसळण्याकरता सुमारे अर्ध्या मैलावर पंप करण्यात येतो. ह्या संमिश्रणातून फलित होणाऱ्या उदासीन अपशिष्टावर अंतिम निस्तारणाकरता अधिक सहज उपचार करता येतात व अशा रीतीने दोन्ही संयंत्रातील व्यापारविषयक, राजनीति संबंधी व अभियांत्रिकी समस्या सोडविता येतात

७-२ अम्लीय अपशिष्टांवरील चुनखडीचा उपचार –

चुनखडीच्या थरांमधून अम्लीय अपशिष्ट नेणे ही अम्लीय जलाच्या उदासीनीकरण्याच्या मूळ पद्धतींच्यापैकी एक पद्धत होती (३-११). अपशिष्ट थरातून वर अगर खाली पंप करता येते. उपलब्ध शीर्ष आणि लागणारा खर्च यावर हे अवलंबून असते. पंपिंगचा वेग द. मि. स द. चौ फू. स सुमारे एक गॅलन अगर त्यापेक्षा कमी असतो. खालील विशिष्ट प्रक्रियेप्रमाणे रासायनिक उदासीनीकरण घडून येते.



$$Ca\ CO_3 + H_2\ SO_4 \rightarrow Ca\ SO_4 + H_2\ CO_3$$

जोपर्यंत अतिरिक्त चुनखडी उपलब्ध असते आणि ती जोपर्यंत सक्रिय अवस्थेत असते तोपर्यंत ही प्रक्रिया चालू राहते. केवळ चुनखडीच्या पुरेशा राशीची तरतूद करून पहिली अट पुर्ण करता येते; दुसरी अट पुरी करणे मात्र कधीकधी अवघड जाते. थराची खराबी होण्याचे टाळण्याकरता वरची मर्यादा सुमारे ५ टक्के राहील इतके अम्लीय द्रावण तनुकृत केले पाहिजे. जेकबच्या (७) मताप्रमाणे, ०.३ टक्के संकेंद्रणापेक्षा जास्त सल्फ्युरिक अम्लाचे उदासीनीकरण करण्याचा प्रयत्न करू नये कारण कॅल्शियम सल्फेटची विद्राव्यता कमी असते आणि संकेंद्रण जर जास्त झाले तर चुनखडीवर आवरण चढते. अति अम्लामुळे कॅल्शियम सल्फेट अवक्षेपित होते आणि नंतर चुनखडीवर लेप जमून ती निष्क्रिय बनते.

वापरलेल्या चुनखडीच्या थरांची बिल्वाहेट लावणे ही या उदासीनीकरणाच्या पद्धतीत एक गभीर उणीव होऊ शकते. काही ठराविक कालांतराने वापरलेल्या चुनखडीच्या जागी नवीन चुनखडी घातली पाहिजे; ह्या बदलाची वारंवारता, थरामधून सोडण्यात येणाऱ्या अपशिष्टांची राशि आणि दर्जा यावर अवलंबून असते. भार जेव्हा अत्युच्च प्रमाणात अम्लीय असतात तेव्हा, विशेषतः अपशिष्टात जेव्हा सेंद्रिय पदार्थ असतात तेव्हा, फेस निर्माण होण्याची शक्यता असते.

७-३ अम्लीय अपशिष्टांवरील चुन्याच्या गाऱ्याचे उपचार –

अम्लीय अपशिष्टांत चुन्याचा गारा मिसळणे ही अधिक अलीकडची आणि प्रभावी उदासीनीकरणाची कार्यपद्धति आहे. (५, १४, १५, १६) – चुनखडीच्या संस्तरांचा वापर केल्याने जी प्रक्रिया होते तशीच या कार्यपद्धतीतही होते. तथापि हीत चुन्याचा सतत वापर

होत असतो कारण त्याचे कॅल्शियम सल्फेटमध्ये रूपांतर होते आणि क्रमशः ते अपशिष्टातून निघून जाते. जरी ह्या पद्धतीत परिणाम सावकाश होत असला तरीही चूना–कार्यपद्धतीत उच्चप्रमाणात उदासीनीकरणाची शक्ति असते. तुलनेने ही कमी खर्चाची असते पण जर तिचा वापर मोठ्या प्रमाणात करावा लागला तरमात्र ती खर्चाच्या दृष्टीने महत्वाची बाब बनू शकते.

कधीकधी जलयोजित (hydrated) चुना हाताळणे अवघड जाते कारण साठवणाच्या डोण्यांच्या निर्गमद्वारांवर कमान करण्याची अथवा झेपावण्याची त्याची प्रवृत्ति असते आणि त्याच्यात प्रवाही गुणधर्म कमी असतात. जेथे अम्ल–अपशिष्टांचा कमी संबंध येतो अशा उदासीनीकरण समस्यांत ह्याचा विशेषतः उपयोग होतो, कारण खास प्रकारच्या साठवणाच्या सुविधांची उभारणी न करता तो पोत्यात साठवून ठेवता येतो.

प्रत्यक्ष उदाहरणात (२), नायट्रिक अम्ल आणि (सल्फ्युरिक) अम्लाच्या सुमारे १.५ टक्के संकेंद्रणाच्या व्याप्तीतील अपशिष्टांचे उदासीकरण, ४७.५ % Ca O, ३४.३ % MgO, आणि १.८ % $CaCO_3$ असलेला भाजलेला डालोमाइट दगड वापरून, समाधानकारकपणे करण्यात आले. अवशिष्ट – सल्फेशन किमान राखण्याचा अतिरिक्त फायदा या दगडापासून मिळाला; जर अशा संकेंद्रणाच्या सल्फ्युरिक व नायट्रिक अम्लांचे उदासीनीकरण करण्यासाठी उच्च कॅल्शियम असलेल्या चुन्यांपैकी आपण कोणचाही चुना वापरला असता तर ही गोष्ट अशक्यप्राय झाली असती (८).

७-४. अम्लीय अपशिष्टांच्यावरील दाहक (caustic) सोडयाचे उपचार–

जर अम्लीय अपशिष्टांत संकेंद्रण केलेली कॉस्टिक सोडा अगर सोडियम कार्बोनेटची द्रावणे योग्य प्रमाणात मिसळली तर त्याचे परिणाम जलद होतात, पण हे उदासीनीकरण महाग पडते कारण हे उदासीनीकारक, चुना अगर चुना दगडापेक्षा, अधिक शक्तिमान असतात. प्रतिक्रिया पदार्थ विलेय असतात आणि पाण्यात घातल्यामुळे त्या पाण्याचे काठिण्य वाढण्यास ते कारणीभूत होत नाहीत हा आणखी एक फायदा असतो. अम्लीय अपशिष्टे प्रस्त्रावित करणाऱ्या पंपाच्या चूषणाच्या बाजूत सामान्यतः कॉस्टिक सोडा सोडण्यात येतो. कमी राशि असलेल्या अम्ल अपशिष्टांचे उदासीनीकरण करण्याकरता ही पद्धत उपयुक्त आहे. पण अम्ल अपशिष्टांच्या राशी जर मोठ्या असल्या तर त्यांच्या उदासीनीकरणाकरता विशिष्ट प्रकारच्या प्रमाणीकारक साधनांचा (८ वे प्रकरण पहा) वापर करावा आणि कॉस्टिक सोडयाच्या साठवणाकरता अम्ल अपशिष्ट प्रवाहात क्षार थेट मिसळले जावेत म्हणून वहुवेगी पंप बसविलेल्या सोयीस्कर आकाराच्या टाकीची आवश्यकता असते.

कोष्टक ७-१

विविध क्षारीय कारकांच्या (agents) खर्चाची तुलना (६)* (होक प्रमाणे)

रसायन	अंदाजी किमत डॉलर/ टन	समाक्षारीयता घटक †	समाक्षारीयता घटकाची किमत डॉलर/ टन
NaOH (७८ % Na_2O)	१०६	०.६८७	१५४
Na_2CO_3 (५८% Na_2O)	५७	०.५०७	११२
MgO	८३	०.३०६	६४
उच्च कॅल्शियम असलेला जलयोजित चुना	१४	०.७१०	२०
डॉलोमयटिक जलयोजित चुना	१४	०.९१२	१५
उच्च कॅल्शियम असलेली चुनकळी	११	०.९४१	१२
डॉलोमायटिक चुनकळी	११	१.११०	१०
उच्च -कॅल्शियम असलेला चुनादगड	४	०.४८९	८
डॉलोमायटिक चुनादगड	४	०.५६४	७

आतापर्यंत आपण अम्ल अपशिष्टांच्या उदासीनीकरणाच्या चार पद्धतींची चर्चा केली क्षारीय अपशिष्टांचा विचार करण्यापूर्वी आपण (आतापर्यंत) विचारात घेतलेल्या अम्ल उदासीनीकरण पद्धतींच्या समाक्षारीयतांचे आणि खर्चाचे कोष्टकीकरण करूया. होकच्या (६) कोष्टक ७-१ मध्ये विभिन्न उदासीनीकरण करणाऱ्या कारकांच्या समाक्षारीयता आणि खर्चाची तुलना केली आहे.

कोष्टक ७-१ मध्ये दिलेला समाक्षारीयता घटक उदासीनीकरण करणाऱ्या कारकाच्या निवडीतील महत्वाच्या घटकांपैकी एक असल्याने, होकने (४) (आ. ७-२) ह्या घटकाच्या केवळ संगणनाचीच तरतूद केलेली आहे असे नसून अपशिष्टातील दर गॅलनला उदासीनीकारक किती

* १९७४ सालात असलेल्या दरावर आधारित

† केलेल्या उदासीनीकरणाकरता उपलब्ध असलेल्या क्षाराचे माप (दर ग्रॅमला CaO चे सममूल्य ग्रॅम्स.)

आकृति ७–२

समक्षारीयता घटक,
ग्रॅमच्या सम मूल्य
CaO / ग्रॅम नमुना

क्षारीय कारक
पौंड / गॅलन

अम्ल मूल्य,
SO_4, ग्रॅम / लिटर

A: १.00, 0.९0, 0.८0, 0.७0, 0.६0, 0.५0, 0.४५, 0.४0, 0.३५, 0.३0, 0.२५, 0.२0

C: 0.२, 0.३, 0.४, 0.५, 0.६, 0.७, 0.८, 0.९, १.0, १.५, २.0, २.५, ३.0, ३.५, ४.0, ४.५

B: ४0, ५0, ६0, ७0, ८0, ९0, १00, १२0, १४0, १६0, १८0, २00

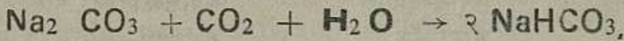
सरळ पट्टीने A व B स्केल जोडा व C या स्केलवरून निष्कर्ष काढा.

आ. ७-२.

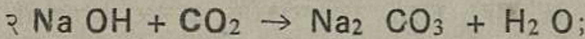
अम्लीय अपशिष्टांवरील उपचाराकरता सूत्रालेख (nomogram); क्षारीय कारकाची (agent) लागणारी राशि निर्धारित करण्याचा आलेख (होक प्रमाणे) (४).

लागेल याचे गणन करण्याकरता सूत्रालेखाची ही (comograph) तरतूद केली आहे. त्याच्या पद्धतीत ०.५N NaOH ची अतिरिक्त राशि असलेल्या सल्फ्युरिक अम्ल–अपशिष्टाच्या एका ५ मि. लि. नमुन्याचे अनुमापन (titration) करून आणि ०.५ N HCL च्या सहाय्याने फेनॉलथॅलीनच्या अंतिम बिंदूपर्यंत पश्चानुमापन (back titration) करून अम्ल–मूल्य निर्धारण करण्याचा अंतर्भाव केलेला असतो. चुन्याच्या समाक्षारीयता घटकाचे (अगर उदासीनीकरण करणाऱ्या कारकाचे) निर्धारण, ०.५ NHCL अतिरिक्त असलेल्या क्षारीय कारकाच्या १ ग्रॅम नमुन्याचे अनुमापन करून, तो नमुना १५ मिनिटे उकळत ठेवून, आणि ०.५ N NaOH च्यासह फेनॉलथॅलीनच्या अंतिम बिंदूपर्यंत पश्चानुमापन करून, करण्यात येते. अम्ल–अपशिष्टाच्या (B ही रेखा) दर गॅलनला क्षारीय कारक किती पौंड लागेल हे समजण्याकरता अम्ल–मूल्य (C ही रेखा) आणि समक्षारीयता घटक (A ही रेखा) होकच्या सूत्रालेखाशी जोडता येतात.

कॅबॅरिनिक आणि सल्फ्युरिक अम्ल–अपशिष्टाकरता जेव्हा उदासीनीकरणाचा कारक म्हणून सोडियम हायड्रॉक्साइड वापरण्यात येते तेव्हा खालीलप्रमाणे प्रक्रिया घडून येतात.



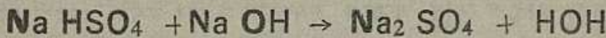
$$Na_2CO_3 + \underbrace{CO_2 + H_2O}_{\text{कॅबॅनिक अम्ल–अपशिष्ट}} \rightarrow २\,NaHCO_3,$$



$$२\,NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O;$$



$$NaOH + \underbrace{H_2SO_4}_{\text{सल्फ्युरिक अम्ल अपशिष्ट}} \rightarrow NaHSO_4 + HOH,$$



$$NaHSO_4 + NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + HOH$$

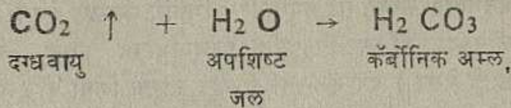
ही दोन्हीही उदासीनीकरणे दोन टप्प्यात घडुन येतात आणि निष्पन्न वस्तू (end products) इष्ट असलेल्या अंतिम pH वर अवलंबून असतात. उदाहरणार्थ, एका उपचार पद्धतीत अंतिम pH फक्त ६ हवा असेल आणि म्हणून निष्पादनातील बराचसा भाग $NaHSO_4$ चा राहील तर दुसऱ्या उपचार पद्धतीत ८ PH लागेल आणि निष्पादनात बहुतांशी Na_2SO_4 असेल.

आता क्षारीय अपशिष्टांच्या उदासीनीकरणाचा विषय आपण घेऊया.

७–५ बॉयलर मधील फुकट जाणाऱ्या दग्ध वायूचा (flue gas) वापर–

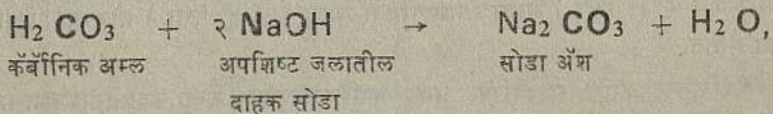
क्षारीय अपशिष्टांतून बॉयलरमधील टाकाऊ पिंगट दग्ध वायू फूंकून टाकणे ही त्याच्या

उदासीनीकरणाची तुलनेने नवीन आणि काटकसरीची पद्धत आहे. ह्या पद्धतींने केलेल्या प्रायोगिक कार्यांपैकी बहुतेक कार्य वस्त्र–निर्मितीतील अपशिष्टांवर करण्यात आले आहे (१,१०, १३, १४ १७). चांगल्या प्रकारे ज्वलन झालेल्या ढिगाऱ्यातील वायूत अंदाजे १४ टक्के कार्बन डाय ऑक्साइड असते. जेव्हा कार्बनडायऑक्साइड अपशिष्ट–जलात विरघळते तेव्हा त्यातून कॅर्बोनिक अम्ल (क्षीण अम्ल) तयार होते व नंतर त्याची, अतिरिक्त क्षारतचे उदासीनीकरण करण्यासाठी, दाहक अपशिष्टाशीं खालील प्रमाणे प्रक्रिया होते.



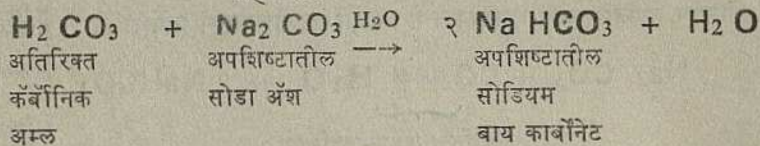
$$CO_2 \uparrow + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

दग्धवायु — अपशिष्ट जल — कॅर्बोनिक अम्ल,



$$H_2CO_3 + 2\,NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O,$$

कॅर्बोनिक अम्ल — अपशिष्ट जलातील दाहक सोडा — सोडा ॲश



$$H_2CO_3 + Na_2CO_3 \xrightarrow{H_2O} 2\,NaHCO_3 + H_2O$$

अतिरिक्त कॅर्बोनिक अम्ल — अपशिष्टातील सोडा ॲश — अपशिष्टातील सोडियम बाय कार्बोनेट

ढिगाऱ्यावर बसविलेला भाता, अपशिष्टावरील उपचार करण्याच्या जागेपर्यंत गॅस वाहून नेण्याकरता गॅसनळी, गॅसमधून सल्फर आणि ज्वलन न झालेले कोळशाचे कण काढून टाकण्याकरता निस्यंदक, अपशिष्ट – जलांतील ढिगाऱ्यातल्या गॅसचे विसर्जन करण्यासाठी गॅस विसारक ही उपकरणे लागतात. ढिगाऱ्यातल्या गॅसमुळे अपशिष्ट जलातून हायड्रोजन सल्फाइड निर्माण होते व त्यात बऱ्याच प्रमाणात सल्फर असते. उपद्रवी परिस्थिती निर्माण होण्यास प्रतिबंध व्हावा म्हणून ह्या हायड्रोजन सल्फाइडचे ज्वलन व अवशोषण केले पाहिजे अथवा वरच्या वातावरणात त्याचा ठामपणे निकास केला पाहिजे.

७–६ क्षारीय अपशिष्टावरील कार्बन डाय ऑक्साइडचा उपचार –

ज्या प्रमाणे उत्प्रेरित अवमल – (activated sludge) डोण्यात संपीडित वायूची प्रयुक्ति केली जाते, बरेचसे तशाच प्रकारे बाटलीत भरलेल्या CO_2 ची अपशिष्टजलांवर प्रयुक्ति करण्यात येते आणि ज्या तत्वावर बायलर–संभरण (feed) वायूमुळे उदासीनीकरण होते त्याच तत्वावर क्षारीय अपशिष्टांचे उदासीनीकरण होते; म्हणजेच जेव्हा CO_2 पाण्यात विरघळून जातो तेव्हा त्यातून क्षीण अम्ल (कॅर्बोनिक अम्ल) तयार होते. जेव्हा क्षारीय अपशिष्टात संपीडित कार्बन डाय ऑक्साइड मिसळण्यात येते तेव्हा बॉयलर–संभरण वायूच्या बाबतीत येणाऱ्या परिचालनांतील अडचणींच्यापेक्षा बऱ्याच कमी

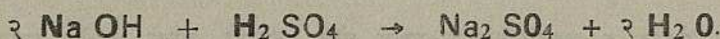
अडचणी येतात व उदासीनीकरण साध्य होते. तथापि, जेव्हा क्षारीय अपशिष्ट जास्त प्रमाणात असते तेव्हा (उदासीनीकरणास) जबर खर्च येतो. सुमारे दररोज ६ द. ल. गॅलन क्षारीय अपशिष्ट निर्माण होणाऱ्या वस्त्र निर्मिति गिरणीत (१०), बाटलीत भरलेल्या कार्बन डायऑक्साइडने उदासीनीकरण करण्याच्या व्यावहारिक बाबींचा अभ्यास करण्यात आला आणि त्यावरून असे दिसून आले कीं, ह्या CO_2 चा पुरवठा करण्याकरता आवश्यक असणारी उपकरणे बसविण्यास सुमारे १,५०,००० डॉलर्स खर्च येईल आणि CO_2 निर्माण करण्यासाठी लागणारी शक्ति व इंधन, यांच्याकरता दररोज सुमारे २७५ डॉलर खर्च येईल; एवढ्या मोठ्या वस्त्रनिर्मिति गिरणीत सुद्धा हा खर्च डोईजड वाटतो.

७.७ क्षारीय अपशिष्टांतून CO_2 निर्माण करणे –

पाण्याच्या खाली वायुज्वलन करणे ही कार्बन डाय ऑक्साइड निर्माण करण्याची आणखी एक पद्धत आहे. ह्या कार्यपद्धतीचे निमज्जित दहन असे नांव आहे. जैवी (biological), उपचार करण्यापूर्वी अपशिष्टाचे उदासीनीकरण करण्यासाठी नॉयलॉनची अपशिष्टे निस्तारित करण्यात तिचा वापर करण्यात आला आहे. प्रायोगिक संयत्रावरील अभ्यासात, बाष्पन पात्र, पात्रातील अपशिष्टाच्या पृष्ठभागाखाली निमज्जित केलेला ज्वाला-झोत असलेला ज्वालक (burner,) ज्वालाग्राही मिश्रण तयार होण्याकरता हवा व गॅस मिसळण्याची नळी (bustle pipe), आणि हवा, गॅस व अपशिष्ट, यांच्या प्रवाहाचे मापन करण्याकरता लागणारी उपांगे, आणि प्रत्येक पाळीत बाष्पशील झालेल्या अपशिष्टाचे वजन, यांचा वापर करून संशोधकांनी निमज्जित दहन अविरतपणे चालू असताना त्याचे अन्वेषण केले. वातना ऐवजी निमज्जित दहनाचा कमी खर्चाच्या दृष्टीने, संयंत्रातील अपशिष्टांच्या काही भागावर उपचार करण्याकरता उपयोग करण्यात यावा असा निर्णय त्यानी घेतला. (ह्या उदाहरणात, अपशिष्टाच्या उदासीनीकरणाचा उद्देश नसून त्यातील विषाक्त द्रव्यांचे विच्छेदन (stripping) करणे हा प्रधान उद्देश होता.)

७.८ क्षारीय अपशिष्टांवरील सल्फ्युरिक अम्लाचा उपचार –

क्षारीय अपशिष्टात सल्फ्युरिक अम्ल मिसळणे ही नित्याची बाब असते पण ते उदासीनी-करण करण्याचे काहीसे महाग साधन आहे. जर सल्फ्युरिक अम्ल मोठ्या प्रमाणात विकत घेतले तर दर पौंडास एक सेंट इतकी अल्प किंमत पडत असली तरी त्याची पौंडी किंमत २ ते ३ सेंट इतकी जास्त असू शकते. साठवणाला जागा कमी लागणे आणि संभरणाची साधने कमी लागणे हा सल्फ्युरिक अम्लतेतील अति अम्लतेचा परिणाम असतो; परंतु त्यातील संक्षारकतेमुळे त्याची हाताळणी करणे कठीण असते. अपशिष्ट-जलात जेव्हा H_2SO_4 मिसळण्यात येतो तेव्हा पुढीलप्रमाणे उदासीनीकरण घडून येते.



$$२\,NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + २\,H_2O.$$

अपशिष्टजल	उदासीनीकारक म्हणून सल्फ्यु-रिक अम्ल	परिणामी उदासीन लवण

संदर्भ--

१ – बीच, सी. जे., आणि एम. जी. बीच, "ट्रीटमेंट ऑफ अल्कलाइन डाय वेस्ट्स वुइथ फ्ल्यू गॅस," दक्षिण नगरपालिका आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही (एप्रिल १९५६), पान १६२.

२ – डिकर्सन, बी. डब्ल्यू , आणि आर. एम. ब्रुक्स, "न्यूट्रलायझेशन ऑफ ॲसिड वेस्ट्स," इंडस्ट्रियल ॲंड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री ४२, ४, ५९९ (एप्रिल १९५०),

३ – जेम. एच. डब्ल्यु., "न्यूट्रलायझेशन वुइथ अप-फ्लो एक्स्पॅंडेड लाईम स्टोन बेड," स्युवेज वर्क्स जर्नल, १६, १, १०४ (जानेवारी १९४४)

४ – होक, आर. डी., "ए न्यूट्रलायझेशन नोमोग्राफ," इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, ५ D–४८ (सप्टेंबर – ऑक्टोबर १९५८).

५ – होक, आर. डी., "न्यूट्रलायझेशन स्टडीज ऑन बेसिसिटी ऑफ लाईम स्टोन ॲंड लाईम," स्युवेज वर्क्स जर्नल, १६, ४, ८५५ (जुलै १९४४).

६ – होक आर. डी., "ॲसिड आयर्न वेस्ट्स न्यूट्रलायझेशन," स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, २, २१२–२२१ (फेब्रुवारी १९५०).

७ – जेकब्स, एच. एल., "न्यूट्रलायझेशन ऑफ ॲसिड वेस्ट्स," २३, ७९०० (जूलै १९५१).

८ – जेकब्स, एच. एल. 'ॲसिड न्यूट्रलायझेशन," केमिकल इंजिनिअरिंग प्रोग्रेस, ४३, ५ २४७ (मे १९४७)

९ – लेविस, सी. जे., आणि एल. जे. योस्ट, "लाईम इन वेस्ट ॲसिड ट्रीटमेंट," स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स' २२, ७, ८९३ (जूलै १९५०).

१० – नेमेरो, एन एल., "होल्डिंग ॲंड एरिएशन ऑफ कॉटन मिल फिनिशिंग वेस्ट्स," ५ व्या दक्षिण नगरपालिका आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही (एप्रिल १९५६) पान १४९.

११ – रीडल, ए..एल., "न्यूट्रलायझेशन वुइथ अप-फ्लो लाईम स्टोन बेड," स्युवेज वर्क्स जर्नल १९, ६, १०९३ (नोव्हेंबर १९४७)

१२ - रेमी, ई. डी., आणि डी. टी. लॉरिया, "डिस्पोजल ऑफ नायलॉन वेस्ट्स," १३ व्या पर्ड्यू औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (मे १९५८) पान ५९६

१३ - "ट्रीटमेंट ऑफ अल्कलाईन सल्फर डाय वेस्ट वुइथ फ्ल्यू गॅस," स्वास्थ्यविषयक अभियांत्रिकी विभागाची पत्रिका, संशोधन अहवाल क्र. ८. रासायनिक अभियंत्याच्या अमेरिकन संस्थेची कार्यवाही, ८२, १०७८, SA – ५ (आक्टोबर १९५६).

१४ - रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू. "न्यूट्रलायझेशन वुइथ लाईम," स्युवेज वर्क्स जर्नल, १५,३,५९० (मे १९४३)

१५ - रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू., "प्रीट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट्स," स्युवेज वर्क्स जर्नल, १५, १, ४८ (जानेवारी १९४३).

१६ - स्मिथ, एफ., "न्यूट्रलायझेशन ऑफ पिकल लिकर," स्युवेज वर्क्स जर्नल १५, १ १५७ (जानेवारी १९४३)

१७ - स्टीली, डब्ल्यू आर., "ॲप्लिकेशन ऑफ फ्ल्यू गॅस टू दि डिस्पोजल ऑफ कॉस्टिक टेक्स्टाईल वेस्ट्स," तिसऱ्या दक्षिण नगरपालिका आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही पान १९०.



८ समानीकरण आणि प्रमाणीकरण

८–१ समानीकरण –

प्रस्त्रावित होत असलेला निःस्त्राव आपल्या (pH, वर्ण, गढूळपणा, क्षारता, BOD इत्यादि) स्वास्थ्यविषयक गुणधर्मांत सर्वसाधारपणे एक सारखा होईपर्यंत डोणीत अपशिष्ट राहू देण्याच्या पद्धतीला समानीकरण म्हणतात. ह्या डोण्यांत (१) चांगले मिश्रण व्हावे, (२) लघुकृत संयुगांचे रासायनिक ऑक्सीकरण व्हावे (३) काही प्रमाणात जैवी ऑक्सीकरण, व्हावे आणि (४) तरंगते पदार्थ खाली बसू नयेत, यासाठी ढवळण्याची तरतूद व्हावी म्हणून कधीकधी हवा अंतःक्षेपित करण्यात (inject) येते.

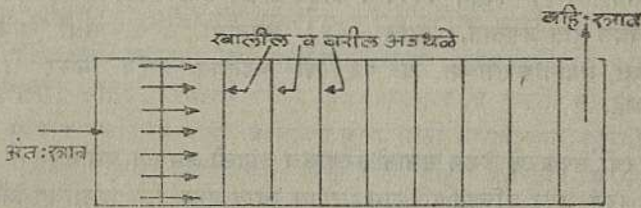
अपशिष्टाची राशि आणि कारखान्यातून प्रस्त्रावित झालेल्या अपशिष्टाच्या प्रकाराप्रमाणे डोणीचा आकार आणि रूप बदलते असते. संयंत्रातील सर्व अपशिष्टे सामाऊ शकतील आणि समरूप होतील अशी समानीकरण डोणीची क्षमता असते. बहुतेक सर्व औद्योगिक संयंत्रांचे परिचालन चक्रीय तत्वावर (cycle basis) होते; जसे परिचालन चक्र दर दोन तासांनी पुनः होत असल्यास दोन तासांचा प्रवाह माऊ शकेल अशी समानीकरण टाकी सामान्यतः पुरेशी होईल. जर प्रत्येक २४ तासानी हे चक्र पुनः होत असेल तर अपशिष्टाचा २४ तासांचा प्रवाह मावण्याइतकी मोठी समानीकरण डोणी असावी लागेल.

असे असले तरी, अपशिष्ट केवळ साठवून ठेवणे (hold) समानीकरणास पुरे पडत नाही. मिश्रण इतके पर्याप्त झाले पाहिजे की प्रस्त्रावित झालेल्या अपशिष्टाची प्रत्येक एकेक राशि, अनेक तासापूर्वी प्रस्त्रावित झालेल्या अपशिष्टाच्या इतर एकेक राशींत मिसळली जाईल. ही मिश्रणक्रिया पुढील प्रमाणे करण्यात यावी; (१) योग्य वितरण आणि अडथळे ठेवणे; (२) यांत्रिकी प्रक्षोभन करणे; (३) वातन करणे; आणि (४) या तीन्हीही बाबी संयुक्तपणे करणे.

योग्य वितरण आणि अडथळे ठेवणे

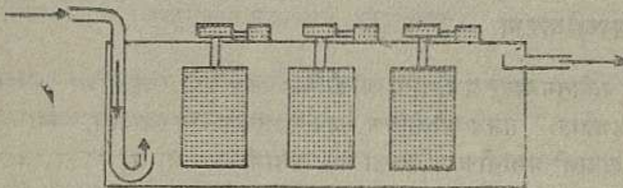
ही मिश्रणाची सर्वांत काटकसरीची पद्धत आहे. मात्र तिची कार्यक्षमता सर्वात कमी असते. तथापि, अनेक संयंत्रावर ही पद्धत पर्याप्त ठरली आहे. अनेक प्रवेशी नलिका वापरून आणि टाकीच्या रुंद बाजूवर त्या सारख्या अंतरावर बसवून अगर संपूर्ण रुंदीवर भोंके

असलेली नळी बसवून (आ. ८-१) अपशिष्टाचे आडव्या दिशेने वितरण साधता येते. टाकी जेव्हा रुंद असते तेव्हा वर आणि खाली अडथळे बसविणे श्रेयस्कर असते. कारण त्यामुळे अधिक कार्यक्षमतेने आडवे व उभे वितरण घडून येते. जेव्हा रुंदीच्या बाजूने विभिन्न स्थानांतून अनेक वेगवेगळी अपशिष्टे डोणीत जात असतात तेव्हा अडथळे असणे विशेष महत्वाचे असते. डोणीच्या तळाकडे अंत:प्रवाह जबरीने वळविला पाहिजे, त्यामुळे तरंगते कण प्रवेशी वेगामुळे खाली बसण्यास आणि तेथे साचून राहण्यास प्रतिबंध होतो.



आ ८-१ भोकें असलेली अंत:प्रवेशी नलिका व वर आणि खाली अडथळे बसविलेल्या समानीकरण डोणीचे वरून दिसणारे दृश्य –

यांत्रिकी प्रक्षोभनामुळे अडथळ्यांची गरज नाहीशी होते आणि सामान्यत: फक्त अडथळे बसवून जे मिश्रण होते त्यापेक्षा अधिक चांगले मिश्रण तयार होते. आ. ८-२ (१) मध्ये एक नमुनेदार योजना दाखविली आहे. टाकीच्या लांब बाजूच्या मध्य रेषेत सारख्या अंतरावर बसविलेल्या तीन लाकडी द्वारसदृश प्रक्षोभकांचा उपयोग करण्यात आला आहे. तीन अश्वशक्तीच्या चलित्रावर द. मि. स. १५ फेऱ्यांच्या वेगाने चालविण्यात येणारे प्रक्षोभक सामान्यपणे पुरेसे होतात.



आकृति ८-२ अडथळ्यांच्या ऐवजी यांत्रिकी प्रक्षोभक बसविलेल्या समानीकरण डोणीचे पार्श्व दृश्य –

आ. ८-२ मधील योजना सैद्धांतिकतया आदर्श टाकीशी जुळणारी आहे. कारण तिची कार्यक्षमता उच्च असते आणि ती बसविण्यास लहान जागा पुरते; शिवाय प्रत्यक्ष निस्तारणासाठी अगर अंतिम उपचारणाकरता निरनिराळी रासायनिक अपशिष्टे तिच्यातून तयार होतात. जर अपशिष्टांवर अनुगामी (subsequent) उपचारणांची गरज भासली तर ती कार्यपद्धत आपोआप सुसाध्य होते कारण एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत गुणधर्म जलद बदलणाऱ्या अपशिष्टांची समस्या निरसित झालेली असते. जेव्हा (१) समानीकरणासाठी मर्यादित जागा उपलब्ध असते, (२) तरंगते घनपदार्थ काढून टाकणे इष्ट नसते, (३) अपशिष्टांच्या गुणधर्मात जलद बदल होत असतात, आणि (४) अनुगामी उपचारणाची सुविधा असणे हे लक्ष्य असते तेव्हा, समानीकरणाच्या ह्या पद्धतीची रूडॉल्फस आणि मिलर (१) यांनी शिफारस केली आहे.

अशा प्रकारची उपकरणे केवळ समानीकरणासच चांगली असतात असे नसून ती, तनुकरण, ऑक्सीकरण, लघुकरण, अगर इच्छित परिणाम होण्यास ज्यात एका क्षणी प्रस्त्रावित केलेल्या रासायनिक संयुगांशी त्या आधी प्रस्त्रावित केलेल्या अगर नंतर प्रस्त्रावित होणाऱ्या संयुगांच्याबरोबर प्रक्रिया व्हावी अशी इच्छा असते अशा कोणच्याही अन्य कार्यासाठीसुद्धा चांगली असतात.

समानीकरण डोण्यांचे वातन करणे हा अपशिष्टे मिसळण्याचा अत्यंत कार्यक्षम मार्ग आहे, परंतु तो अत्यंत खर्चाचाही आहे. वातनाने खालील गोष्टी घडून येतात. अपशिष्टांचे मिश्रण आणि समानीकरण करण्यास मदत होते, अवस्थापित द्रव्य टाकीत साचून राहण्यास प्रतिबंध होतो अगर त्यात घट होते, आणि सल्फरच्या संयुगांसारख्या लघुकृत संयुगांच्या प्राथमिक रासायनिक ऑक्सीकरणाची त्यातून तरतूद होते. समानीकरण डोणीचे वातन करण्यासाठी दर गॅलन अपशिष्टास सुमारे अर्ध्या घनफूट हवेची गरज लागते. जेथे अपशिष्टांचे गुणधर्म आणि राशी बदलत्या असतात, लघुकृत संयुगे जास्तीत जास्त असतात, आणि त्यात अवस्थापनशील तरंगते घनपदार्थ असतात, तेथे तशा परिस्थितीत वातनाने विशेष फायदे होतात.

८-२ प्रमाणीकरण –

नागरी वाहितमलात प्रमाणात औद्योगिक अपशिष्ट प्रस्त्रावित करण्याच्या क्रियेस प्रमाणीकरण म्हणतात. तसेच औद्योगिक अपशिष्टांच्या निःस्त्रावाचे, ज्या नदीत ते सोडले जाते तिच्या प्रवाहाशी प्रमाणीकरण करता येते. प्रमाणीकरणाचा उद्देश हा असतो कीं, नागरी वाहितमल संयंत्रात शिरणाऱ्या औद्योगिक अपशिष्टांची टक्केवारी स्थिर ठेवणें. मग घरगुती वाहितमलाचा प्रवाह कितीही असो. ह्या कार्यपद्धतीचे अनेक उद्देश असतात: (१) औद्योगिक अपशिष्टांत असलेल्या रसायनांची मात्रा अकस्मात वाढल्याने नागरी संयंत्रातील रासायनिक

वाहितमलावरील उपचारणास बाधा होण्यापासून रक्षण करणे, (२) जीवाणूना क्रियाहीन करण्याची शक्यता असलेल्या औद्योगिक अपशिष्टांचे धडक (shock) भारण होण्यापासून जैवी उपचार-साधनांचे संरक्षण करणे, (३) उपचारित निस्त्रावाच्या स्वास्थ्यविषयक प्रमाणांतील चढउतार कमीत कमी करणे, हे त्यातील काही उद्देश आहेत.

घरगुती वाहितमलाचा प्रवाह जसाजसा क्षणाक्षणाला बदलत असतो त्याचप्रमाणे औद्योगिक अपशिष्टांचा प्रवाहही बदलत असतो. आणि दोन्हीही एकाच मल-व्यवस्थेत रिते होतात म्हणून औद्योगिक अपशिष्टांचे समानीकरण केले पाहिजे आणि ती स्थिर राहू दिली पांहिजेत. नंतर घरगुती वाहितमलाच्या राशीच्या प्रमाणे मलवाहिनीतील अथवा नाल्यातील (प्रवाहा प्रमाणे) त्यांचे प्रमाणीकर केले पाहिजे. प्रमाणीकरण करणे सोयीचे व्हावे म्हणून, वाहितमल संयंत्रात मलनिःस्त्रावाचे प्रस्त्रावण होण्यासाठी कारखान्यात बहुवेगी पंप बसविलेली धारकटाकी बांधली पाहिजे. उद्योगाच्या जागेपासून काही अंतरावर घरगुती वाहितमल-उपचार-संयंत्राचे स्थान सामान्यपणे ठेवलेले असल्याने प्रवाहाच्या वेळेची आणि राशीची सूचना देणे अवघड जाते आणि काही वेळा ते खर्चाचेही असते. म्हणून अनेक उद्योगांत, त्यांतील अपशिष्टे नागरी उपचार संयंत्रात पंप करण्यासाठी स्वतंत्र नळ योजना केलेली असते. त्या स्थानापाशी अपशिष्टांचे समानीकरण करण्यात येते आणि प्रवेशी नागरी अपशिष्ट-जल प्रवाहाशी त्यांचे प्र माणीकरण करण्यात येते.

अर्थात, स्वतंत्र नळयोजना नेहमीच शक्य वा जरुरीची नसते. एका वस्त्रनिर्मिति गिरणीत असे आढळून आले कीं, सकाळी ८, दुपारी १२, आणि सायंकाळी ७ वाजता अशा तीन वेळा धारक टाकीतील निःस्त्रावी पंपाच्या झडपेचे समायोजन करून बदलत्या घरगुती वाहितमलाच्या प्रवाहाशी तेथील अपशिष्टाचे प्रभावी प्रमाणीकरण करता आले.

नागरी संयंत्राजवळ घरगुती वाहितमलाच्या प्रवाहानुरूप औद्योगिक अपशिष्ट प्रस्त्रावित करण्याच्या दोन सामान्य पद्धती आहेत. सुनिर्धारित घरगुती वाहितमलाच्या प्रवाहाच्या प्रकारा प्रमाणे मानवी नियंत्रण; व इलेक्ट्रॉनिकी सहाय्याने स्वयंनियंत्रण.

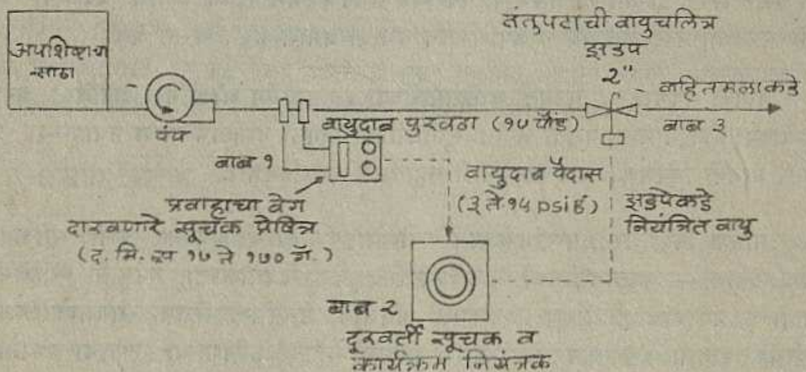
मानवी नियंत्रणाला प्रारंभिक खर्च कमी येतो पण त्याची अचूकता कमी असते. त्यात अनेक महिन्यांच्या कालावधीमध्ये आठवड्यातील दर दिवसाकरता घरगुती वाहितमलाच्या प्रवाहाच्या प्रकारांचे निर्धारण करण्याचा अंतर्भाव असतो.वा हितमल-संयंत्रावरील प्रवाह-नोंदींची तपासणी करून अगर शहारातील दरताशी वापरल्या जाणाऱ्या पाण्याचा अभ्यास करून सामान्यपणे हे (नियंत्रण) केले जाते. विविध असंबंद्ध नोंदींच्यावर आधारून भाकिते करण्यापेक्षा वाहितमलाच्या प्रत्यक्ष प्रवाहाचे काळजीपूर्वक अन्वेषण करण्यासाठी काही काळ

खर्च करणे श्रेयस्कर असते या बाबतीत लागू असलेल्या विशिष्ट नोंदीना पुष्टी देण्यासाठी प्रत्यक्ष (मिळालेली) अन्वेषणजन्य आधारसामग्री वापरावी.

स्वयंनियंत्रण.

वाहितमलाच्या प्रवाहानुसार अपशिष्टाच्या प्रस्रावाच्या स्वयंनियंत्रणात मुख्य मल वाहिनीच्या अत्यंत सोयीस्कर अशा सांध्याजवळ प्रवाहाच्या राशीची नोंद करणारे मापनसाधन बसविण्याचा अंतर्भाव सामान्यतः असतो. ह्या साधनाने मलवाहिनीतील प्रवाहाच्या प्रमाणाची अभिलेखकावर (recorder) नोंद होते. हा अभिलेखक औद्योगिक संयंत्राच्या धारक टाकीजवळ बसविलेला असतो. अभिलेखकावरील टाकामुळे यांत्रिकी (गियर) अथवा वायवीय (हवा) नियंत्रण करण्याची यंत्रणा, पंपाच्या पडद्याची उघडझाक करण्याकरता प्रवृत्त होते. अर्थात, प्रवाहाची स्वयंनियंत्रित यंत्रणा विविध प्रकारची असते आणि जरी त्यावरील प्रारंभिक खर्च मानवी यंत्रणेपेक्षा जास्त असला तरी मजूरखर्चात बचत करून गुंतविलेल्या भांडवलाची अनेक पटीनी भरपाई करता येते.

काही औद्योगिक आणि नागरीक अधीक्षकांचे असे मत आहे की, उच्च प्रमाणात औद्योगिक अपशिष्ट मलवाहिनीत सोडण्याची सर्वोत्कृष्ट वेळ, रात्री जेव्हा घरगुती वाहितमलाप्रवाह अल्प असतो तेव्हा असते. उपचारणाचा वापरण्यात आलेला प्रकार आणि औद्योगिक अपशिष्टाचे गुणधर्म, ह्यांवर तो (मलवाहिनीत) रात्री सोडण्याची कल्पना चांगली आहे अगर कसे हे अवलंबून असते. जर उपचारण प्रामुख्यानें जैवी असेल आणि औद्योगिक अपशिष्टात सहज विघटन होणारे सेंद्रिय द्रव्य असेल आणि त्यात कोणचेही विषाक्त घटक नसतील तर,



आकृति ८-३ अपशिष्ट–मापनाची यंत्रणा (फिशर आणि पोर्टर यांच्या सौजन्याने खाजगी पत्र)

औद्योगिक अपशिष्टाचा जास्तीत जास्त भाग रात्री प्रस्त्रावित करणे खरोखरच श्रेयस्कर असते. एका औद्योगिक अपशिष्ट निर्माण करणाऱ्या कंपनीत अपशिष्टांचे मलवाहिन्यांत स्वयंनियंत्रित प्रमाणीकरण करण्याकरता तीन घटकांच्या यंत्रणेची शिफारस केली आहे. (आ. ८-३ पहा.) हे तीन घटक खालील प्रमाणे असतात : १) समाकल वायवीय प्रेषितासह (integral pneumatic transmeter) **गतिमितीय दाबमापी** (kinematic manometer), २) **दूरस्थित सूचक-कार्यक्रम नियंत्रक** (remotely locat d indicator–programe controller); तो वायुसंकेत (air signals) घेतो आणि इष्ट सांचातल्या (pattern) प्रमाणे अपशिष्ट-प्रवाहाचे प्रमाण राहण्यासाठी वायवीय नियंत्रकाच्या स्थायी बिंदूचे (set point) समायोजन करण्यासाठी पूर्व छेदित (pre cut) समयाकृति (time pattern) कॅम त्यावर बसविलेला असतो; ३) कार्यक्रम नियंत्रकाकडून वायुसंकेताने क्रियाशील केलेली **पडद्याने चालविलेली** (diaphragm actuated) **चलित्र नियंत्रित झडप** (motor controlled valve). व्यावहारिक दृष्टीने बोलावयाचे झाल्यास, वायवीय केशाकर्षी नळीच्या लांबीमुळे संवेदी(sensing) घटकांच्या मधील भौतिक नियोजनावर मर्यादा पडते पण विद्युत् यंत्रणा वापरून ती दूर करता येते—

आकृति ८–३ मध्ये दाखविलेली नमुनेदार अपशिष्ट-प्रवाह-प्रमाणीकरण यंत्रणा फिशर आणि पोर्टर कंपनीने मला पुरविली होती व तीत तीन आवश्यक असे स्वतंत्र घटक होते : १) प्रवाह अभिलेख आणि वायवीय प्रेषित्र, २) दुरस्थित सूचक-कार्यक्रम अभिलेख आणि ३) पडद्याने चालविलेली चलित्र-नियंत्रित झडप, हे ते तीन घटक आहेत. द. चौ. इंचास ३ ते १५ पौंड रेखीय वायुदाबाचे उत्पादन करणाऱ्या १ ल्या घटकातील प्रवाहाची व्याप्ति द. मि. स १७ ते १७० गॅलन (गृहीत वि. गु. १.१) अपशिष्टाइतकी असते. २ रा घटक हा त्या घट-कापासून वायु-संकेत प्राप्त करण्याकरता, बसविलेला दूरस्थित सूचक असतो व त्या विषयी मूळ ग्रंथात खुलासा केला आहे. ३ रा घटक एक स्वयंनियंत्रित झडप असते. प्रवाहाचा कमाल वेग असताना व कमाल दाबपतन १० पौंड असताना ही झडप काम करू शकते. २ ऱ्या घटकातील कार्यक्रम - नियंत्रकाकडून मिळणाऱ्या वायु - संकेताप्रमाणे ही झडप कार्यान्वित होते.

जेव्हा नळ पूर्णपणे भरून वाहात नाहीत अगर अपशिष्ट उघड्या नाल्यातून वाहते तेव्हा तेथील परिस्थितीत औद्योगिक अपशिष्टांचे प्रमाणीकरण करण्याकरता आणखी एक नमुनेदार योजना, प्रवाह-मापन करण्याकरता बांधाचा, फ्ल्यूमचा अथवा केनिसन तोटीचा मुख्य प्रवाह–नलिकेत वापर करणे, ही आहे. विद्युत् अगर वायवीय तरंगकाने चालणारे प्रेषित्र मापनाच्या साधनास जोडण्यात येते. नंतर, विद्युत् संदेश अगर वायुदाबाचा, एका प्रमाणीकरण करणाऱ्या बांध-टाकीत प्रवाह-विभेदक (splitter) चालू करण्याकरता, वापर करण्यात येतो. (अशी तरतूद प्रपोर्शनीअर्स इन्कॉ. नी केली आहे).

संदर्भ–

१– रुडॉल्फस, डब्ल्यू., आणि जे. एन. मिलर, " ए मेथड फॉर ॲक्सिलरेटेड ईक्वलायझेशन ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट्स ", स्युवेज वर्क्स जर्नल, १९, ४, ६८६ (जुलै १९४६).

२– मॅन्युअल ऑफ स्युवेज प्लँट ऑपरेटर्स, टेक्सास वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स असोसिएशन (१९५५), पा. ३४२–३४५.



: ९ : तरंगणारे घनपदार्थ काढून टाकणे

९-१. अवसादन-

जरी बहुतेक वाहितमल-उपचार संयंत्रांत उपचाराची पद्धत अवसादन ही असते तरी जेव्हा घरगुती वाहितमल व औद्योगिक अपशिष्ट एकत्रित असतात अथवा सीलबंद डब्यांच्या कारखान्याचे, कागद, वाळू व कंकर, कोळशाचे धावनातील अथवा कांही अन्य अपशिष्टे त्यात असतात तेव्हाच तिचा (अवसादन पद्धतीचा) औद्योगिक अपशिष्टावरील उपचारणाकरता विचार करावा.

अवसादन टाक्यांची कार्यक्षमता खालील घटकांवर अवलंबून असते :

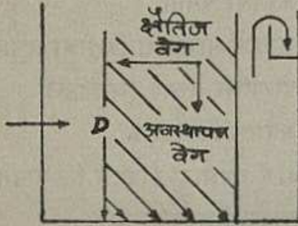
अवरोधन काल	कणांचा वेग
अपशिष्ट जलाची वैशिष्टचे	कणांची घनता
टाकीची खोली	आधान पात्राच्या भिंतीचा प्रभाव
तक्तपोशीचा पृष्ठभाग	द्रोण्यांची संख्या (अडथळे)
परिचालन (स्वच्छता)	अवमल निष्कासन
तपमान	प्राक् उपचार (ग्रिटचे निष्कासन)
कणांचा आकार	प्रवाहातील चढ उतार.

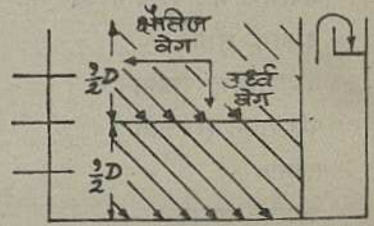
जरी वंगण तरंगण, समानीकरण, आणि BOD चे लघुकरण, यांसारखी कारणे अवसादन टाक्यांचा उपयोग करण्यास कारणीभूत असली तरी तरंगणारी अवसादनशील द्रव्ये काढून टाकण्याकरता त्यांचा प्रामुख्याने उपयोग केला जातो. सैद्धांतिकतया अपशिष्ट जलाच्या द्रावणातील तरंगणारा कण पृथक (discrete) असेपर्यंत द्रावणाशी सापेक्ष अशा ठराविक वेगाने अवसादित होत राहतो; परंतु जेव्हा अन्य कणांशी त्याचे संमीलन होते (coalesce) तेव्हा त्याचा आकार, बाह्यरूप, बांधा, आणि परिणामस्वरूप त्याची घनता, यांच्यात बदल होतो, तसेच त्याच्या अवसादन वेगात फरक पडतो. कणांचे किलाटन अगर स्वसंकणना (self-floculation) मुळे वेग वाढतो. तरंगत्या घनपदार्थांच्या लघुकरणाचे प्रमाण अति पातळ अपशिष्टात जास्त असते; त्याचे मुख्य कारण संकणनातील वाढ हे असते. ज्या पातळ विलायकातून (solvent) कणांची हालचाल होत असते त्यांच्या तपमान व घनतेतील बदलामुळे स्थिर अवस्थापन-वेगातही बदल होईल. द्रवाचे गरम थर वर जात असल्यामुळे भोंवरे निर्माण

होतात आणि कणांच्या अवस्थापनात विक्षोभ निर्माण होतो; द्रवाच्या खालच्या थरांतील वाढलेल्या घनतेमुळे कण तळाशी बसण्याच्या क्रियेत व्यत्यय येणे शक्य असते. कण निःस्त्रावाबरोबर टाकीच्या बाहेर वाहून जातील इतका अडथळा ह्या घटकांमुळे अवस्थापनास होऊ शकतो,

टाकी किती खोल असावी यालाही फार महत्व असते. उदाहरणार्थ, तुलनेने उथळ असलेल्या उघडचा टाक्यांत वाऱ्याच्या झोतामुळे सर्वसाधारण अवस्थापनास अनेकवेळा अडथळे येतात.

टाकीच्या कार्यक्षमतेवर परिणाम करणाऱ्या प्रमुख घटकांत पृष्ठीय क्षेत्र हा एक असतो. अवशिष्ट-जलातील काढून टाकण्यात येणारे सर्व कण सामावून घेण्यास पुरेसे असे पृष्ठीय क्षेत्र असले पाहिजे असे सर्व अभियंते मानतात. तथापि, अनेक राज्य-स्वास्थ्य विभागांनी, अवस्थापन द्रोण्यांची मान्य होतील अशी मापे ठरविताना, मानक अवरोधन कालांचा आधार घेणे चालू ठेविले आहे. ह्या पद्धतीत अनेक वेळा पुरेशा पृष्ठीय क्षेत्राची तरतूद होत नाही आणि अवस्थापन पूर्णपणे साध्य होत नाही.



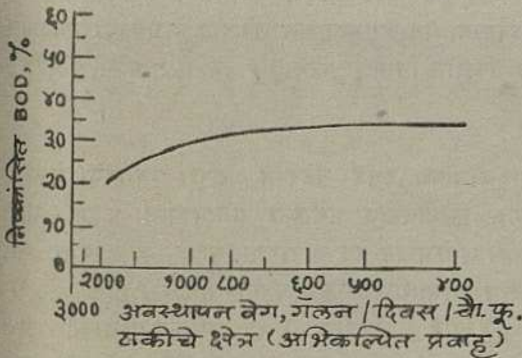


आकृति ९–१ पृष्ठीय क्षेत्र दुप्पट करण्याचा आणि खोली निम्मी करण्याचा परिणाम–

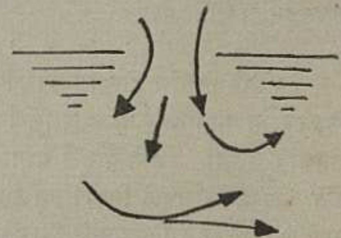
पृष्ठीय क्षेत्र दुप्पट करणे आणि खोली निम्मी करण्याचे परिणाम आ. ९–१ मध्ये दाखविले आहेत. सैद्धांतिकरीत्या आ. ९-१ (a) मधील द्रोणीतल्या पेक्षा (b) मधील द्रोणीतून विविक्त कणांचे दुप्पट निष्कासन होईल. म्हणून शक्य तितक्या उथळ आणि भरपूर पृष्ठीय क्षेत्र असलेल्या अस्थापन द्रोण्यांचे अभिकल्पन करण्याचा अभियंत्यानी प्रयत्न करावा. तथापि अपक्षरणामुळे अगर प्रवाहाच्या वेगामुळे उथळ टाक्यात विघाड होण्याची शक्यता असते. म्हणून परिचालनाच्या दृष्टिकोनातून सहा फुटांपेक्षा खोली कमी ठेवणे अव्यवहार्य असल्याचे आढळून आले आहे. द्रोणीच्या लांबीत वाढ करुन पृष्ठीय क्षेत्र अत्यंत संतोषजनकपणे वाढविता येते.

अपशिष्टाच्या प्रवाहाच्या प्रमाणावरही अवस्थापन द्रोणीच्या तळाशी बसणाऱ्या कणांची टक्केवारी अवलंबून असल्याने क्षैतिज प्रवाह आणि तक्तपोशीचे अथवा पृष्ठभागाचे क्षेत्र यांतल्या सहसंबंधाकरता एक पदावली (expression) तयार करण्यात आली आहे. "परिवाह प्रमाण" असे सामान्यपणे तिला संबोधण्यांत येते, आणि दररोज दर चौ. फुटास गॅलनमध्ये ती अभिव्यक्त केली जाते. प्राथमिक अवसादन (sedimentation) द्रोण्याकरता लागणारी परिवाह-प्रमाणे द. दि. द चौ. फु स २०० पासून १००० गॅलन पर्यंत बदलती असतात; अंतिम टाक्यातील कण प्राथमिक द्रोण्यांतील कणांपेक्षा सामान्यतः अधिक जलद अवस्थापित होत असल्याने अंतिम टाक्यांतील प्रवाह-प्रमाण द. दि. द. चौ. फु. स १००० पासून ३००० गॅलन पर्यंत बदलू शकते. प्राथमिक द्रोण्यांतील कणांपेक्षा ग्रिटचे कण शीघ्रगतीने खाली बसत असल्याने आणि दुय्यम द्रोण्यांतील उत्प्रेरित अवमलाच्या पुंजक्यांचा अवस्थापन-वेग कमी करण्याकडे प्रवृत्ति असल्याने त्यांचा अपवादात्मक द्रव्यात अंतर्भाव होतो. ह्या विसंगतीमुळे प्राथमिक व दुय्यम अशा दोन्हीही द्रोण्यांचे अनेकवेळा प्रवाह वेग एकच ठेवून अभिकल्पन करण्यात येते. परिवाह-वेग कमी असण्याचा परिणाम अधिक तरंगते कण व BOD काढून टाकण्यात होतो; ते आ. ९-२ (३) मध्ये दाखविले आहे

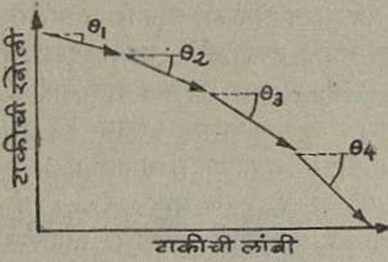
दुर्दैवाने, सैद्धांतिक सूत्रीकरणातील अवस्थापन वेगापेक्षा प्रत्यक्ष अवस्थापन वेग वेगळा असणे शक्य असते. ह्या फरकाची मुख्य कारणे, विक्षोभ व संकणन ही असतात आणि टाकीच्या अनुप्रस्थ छेदाच्या (cross-section) संपूर्ण क्षेत्रातील वेग स्थिर राहात नाहीत ही आणखी एक बाब कारणीभूत असते.



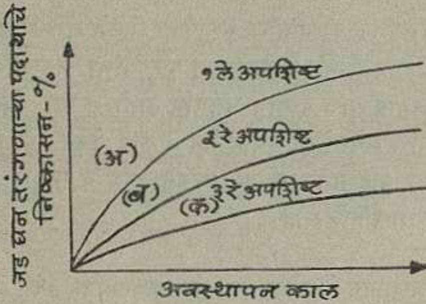
आकृति ९-२.



आकृति ९-३.
कणाच्या मार्गावरील विक्षोभाचा परिणाम



आकृति ९–४. संकणनामुळे अवसादन वेग वाढतो.



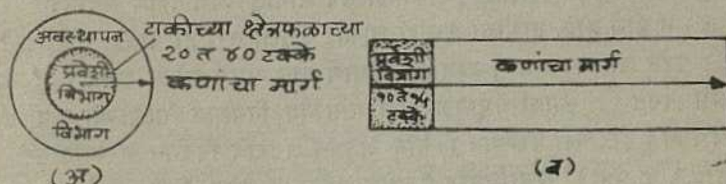
आकृति ९–५- अ) तरंगत्या जड घनपदार्थांचे नमुनेदार जलद आणि चांगले अवस्थापन होण्याचे गुणधर्म ब) घनपदार्थांच्या सममिश्रणांचे अवस्थापन होण्याचे मध्यम व सामान्य गुणधर्म. क) उच्च प्रमाणात कलील असलेल्या व सूक्ष्म विभाजन झालेल्या घनपदार्थांच्या अवस्थापनाचे संथ व असमाधानकारक गुणधर्म.

अवसादन द्रोण्यातील विक्षोभाचे कणाच्या अवस्थापनवेगावर चढता आणि उतरता असे दोन्हीही परिणाम होतात; त्यामुळे भोंवरे निर्माण होतात आणि ते काही कणांना खाली व काहींना वर नेतात (आ. ९–३ पहा); म्हणून पुंजीकरणाच्या निमित्तांपैकी विक्षोभ हे एक निमित्त असते. अवस्थापनशील अगर ऊर्ध्वगामी वेग असमान असू शकतात व प्रवेशद्वाराजवळील पाण्याच्या वाढलेल्या क्षैतिज वेगासारख्या विक्षोभ निर्माण करणाऱ्या स्थानीय परिस्थितीवर हे अवलंबून असते.

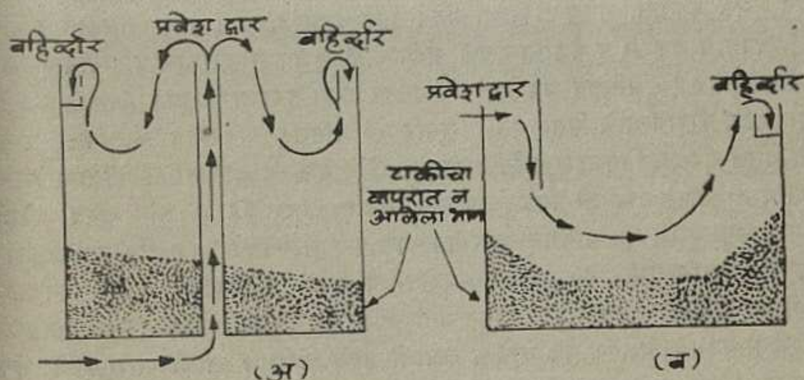
भोंवरे निर्माण होण्यास कारणीभूत होणाऱ्या इतर घटकांत वारा, प्रवाहाचे असमान वितरण, तपमानातील बदल आणि विभिन्न खोलीवरील द्रवाच्या घनत्वातील फरक, यांचा अंतर्भाव असतो. भोवऱ्यामुळे सामान्यपणे अवस्थापन वेग व परिचालनाची कार्यक्षमता कमी होते व पुंजीकरणामुळे निष्कासित झालेल्या सर्वसाधारण एकूण घनपदार्थांत वाढ होते. आ. ९-४ मध्ये पुंजीकरणाच्या प्रवाहाचे दिग्दर्शन केले आहे. त्यातील θ हा सामान्य कणाच्या ऊर्ध्व अवस्थापनाचा कोन असतो. उथळ टाक्यांत अधिक पुंजीकरण होण्याच्या प्रवृत्तीमुळे आणि इतर कारणांमुळे खोल टाक्यांपेक्षा ह्या (उथळ) टाक्या अधिक पसंत असतात. मात्र अवस्थापित कणांच्या अपक्षरणास प्रतिबंध झाला पाहिजे.

औद्योगिक अपशिष्टांतील अवस्थापनाच्या वेगात बराच फरक पडतो. आ. ९-५ मध्ये अवस्थापन-वेगांचे विचरण दाखविले आहे.

टाकीच्या अभिकल्पनावर तरंगणाऱ्या घनपदार्थांच्या निष्कासनाची टक्केवारी अवलंबून असते आणि हे अभिकल्पन विशिष्ट परिस्थितीतील गरजांवर अवलंबून असते. अलिकडील काळात, अभिकल्पन करणारे अभियंते जागेची परिस्थिति आणि/अथवा खर्चाच्या दृष्टीने रूढ असलेल्या चौकोनी द्रोण्यांच्या ऐवजी गोल अगर चौरस टाक्यांचा वापर करू लागले आहेत. गोल टाक्यांच्या करता फर्म्यांचे काम, द्रव्य आणि जमीन चौकोनी द्रोण्यांच्यापेक्षा कमी लागते. तथापि, (१) प्रभावी अवस्थापन-विभागाची लांबी कमी झाल्याने आणि (२) (सैद्धांतिक अवरोधन कालापूर्वी अपशिष्ट जल टाकीच्या बाहेर पडत असल्याने) लघु परिपथ(short circuit) निर्माण होत असल्याने गोल टाक्यांची कार्यक्षमता कमी होते.



आकृति ९-६. **गोल टाकीचा प्रवेशी विभाग (अ) टाकीच्या क्षेत्राच्या २० ते ४० प्रतिशत् जागा व्यापतो. चौकोनी टाकीचा प्रवेशी विभाग (ब) तिच्या क्षेत्राच्या १० ते १५ प्रतिशत् जागा व्यापतो.**



(अ) गोल टाकी. (ब) चौरस टाकी

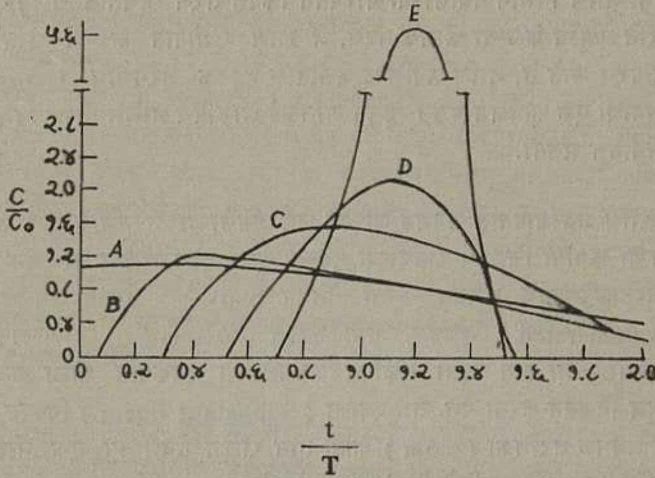
आकृति ९-७.

आ. ९ ६ मध्ये गोल व चौकोनी टाक्यांच्या प्रवेशी विभागांनी व्यापलेल्या एकूण आडव्या अंतरांची तौलनिक टक्केवारी दाखविली आहे. गोल टाकीच्या प्रवेशी विभागाने कणांच्या क्षैतिज मार्गांचा इतका मोठा भाग व्यापला जातो की प्रवेश व निर्गम द्वारांचे अभिकल्पन करताना विशेष काळजी घ्यावी लागते. प्रवाही परिस्थितीत किंचितही विक्षोभ निर्माण झाल्यास गोल टाकीच्या परिचालनास बाधा होण्याची प्रवृत्ति निर्माण होते, परंतु लांब, अरुंद चौकोनी टाक्यांचे बाबतीत प्रवेशी आणि निर्गम विभागांच्या अभिकल्पनास कमी महत्व प्राप्त होते.

लघुपरिपथ निर्माण होणे

म्हणजेच अवस्थापन (setting) टाकीच्या सर्व भागांतून प्रभावीपणे अवसादन (sedimentation) न होणे होय. टाकीचा कसाही आकार असला तरी ही गोष्ट काही अंशी मूलतः सत्य असते. परंतु आ. ९–७ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे गोल आणि चौरस टाक्यांत हे अतिसहज घडून येते असे दिसते. लघुपरिपथामुळे काही शासकीय नियामक संस्थांच्याकडून टाकीच्या प्रवेशी आणि निर्गम द्वारांच्या दरम्यान किमान अनुज्ञेय अंतराचे निर्देशन करण्यात येते. कॅंपने (१) (आ. ९-८ पहा) लेखाचित्रीय पद्धतीने असेही दाखवून दिले आहे की अवसादन टाक्यांच्या विभिन्न आकारांमुळे लघु-परिपथ-मात्रेत फरक पडतो.

आ. ९–८ मध्ये t/T च्या लघुतर व्याप्तींत घडत असलेले उच्चतर बिंदू लघुपरिपथांच्या अभावाचे सूचक असतात. संपूर्ण टाकीच्या अंतर्वस्तूसह धातुखंडाच्या (slug) तात्काल होणाऱ्या आदर्श विक्षेपणाचे वक्र A हे सैद्धांतिक वक्र आहे. B हे वक्र गोलटाकीचे प्रतिनिधित्व करते व त्यावरून सुमारे १५ प्रतिशत् अवरोधन कालानंतर काही तरंगणारे संदूषक (contaminant) निर्गमद्वारापर्यंत पोहोचल्याचे दिसून येते. सुमारे ५० प्रतिशत् अवरोधन कालानंतर द्रव्यांचे जास्तीत जास्त संकेंद्रण निर्गमद्वारापर्यंत पोहोचते. C हे वक्र रुंद चौकोनी टाकीतील परिस्थिति दाखविते व ती चौरस टाकीशी मिळती जुळती असते. वक्र D हे लांब अरुंद चौकोनी टाकीकरता आहे आणि ५० प्रतिशत् अवरोधन काल पूर्ण होईपर्यंत संदूषक टाकीच्या टोकापर्यंत पोहोचत नाही आणि सुमारे ८० प्रतिशत् अवरोधन कालानतर संदूषकापैकी बहुतेक निर्गमद्वाराप्रत पोहोचतो असे त्या (वक्रावरून) दिसून येते. E हे वक्र टोकाशी गोल, अडथळे बसविलेल्या लांब चौकोनी कक्षाचे विक्षेपण वक्र आहे व कक्षाची लांबी रुंदी व खोलीच्या तुलनेने बरीच जास्त असते. ह्या टाकीत १०० प्रतिशत् अवरोधन कालानंतर निःस्रावातील सैद्धांतिक कमाल संदूषक अंतर्वस्तू प्राप्त होतात, परंतु ह्या अवरोधन कालापूर्वी त्या फार थोड्या असतात अगर मुळीच नसतात.



आकृति ९–८. टाक्यांच्या करता नमुनेदार विसरण (dispersion) वक्र जर (Co) ह्या टाकीच्या संपूर्ण आयतनात (C) हा सदूषक मिसळला तर होणारे संकेंद्रण आणि त्याचे प्रत्यक्ष संकेंद्रण, यांचे गुणोत्तर उदग्र अक्ष दाखवितो. टाकीच्या टोकापर्यंत सकेंद्रण पोहोचण्यास लागणारा प्रत्यक्ष काल (t) आणि एकूण अवरोधन काल (आयतन/वेग) (T), यांचे गुणोत्तर क्षैतिज अक्षाने दाखविले आहे. (कँप प्रमाणे (१).)

आकृति ९–८ च्या अभ्यासावरून अभ्यासकास, अवसादन टाक्यांच्या योग्य अभिकल्पनास किती महत्व असते हे सहज समजून येईल. शक्य तो योग्य अडथळे बसविलेल्या लांब चौकोनी टाक्यांचा वापर करणे पसंत करावे.

जरी घरगुती वाहितमल व औद्योगिक अपशिष्टे यांच्या गुणधर्मातील फरक बऱ्याचवेळा अगदी अर्थपूर्ण असले तरी घरगुती वाहितमलाच्या बाबतीतील काही सामान्य निवेदने (statements) सर्व अपशिष्टांनाही लागू पडतात. साधारणपणे दोन तासांचा अवरोधन काल ठेवला असताना, प्राथमिक अवसादन–द्रोण्यांतून अंतःस्त्रावातील तरंगत्या घनपदार्थांपैकी ५० ते ७० प्रतिशत् घनपदार्थांचे निष्कासन होते. ९–१ व ९–२ ह्या कोष्टकांमध्ये अपशिष्ट–जलोपचार–संयंत्रावरील अधीक्षकांकडून (२) गोळा केलेली माहिती, चौकोनी व गोल टाक्यांतील निष्कासनाची कार्यक्षमता दाखविण्याकरता, सादर केली आहे.

९–२. तरण (floatation) — काही तरंगणारे आणि काही कलील, पायसीकृत

(emulsified), आणि विलीन पदार्थांच्या परिवर्तन क्रियेस तरण म्हणतात (४)- "तरण" या संज्ञेत, **जोराने प्रक्षुब्ध केलेल्या फेसाचे** तरण, जे खाण उद्योगात कच्च्या धातूचे विलगन करण्यासाठी वापरले जाते ते, आणि अपशिष्ट जलांतील बहुतेक तरंगणांचे (suspensions) निष्कासन करण्याची एक कार्यक्षम पद्धत म्हणून अलिकडे लोकप्रिय झालेले **निश्चल** (quiescent) **तरण**, यांचा समावेश असतो.

लहान आणि अवस्थापनास अवघड जाणारे कण असणाऱ्या तरंगणांचे पुंजीकरण करता येते व तरंगणाऱ्या कणांना चिकटून राहणाऱ्या हवेच्या सूक्ष्म बुडबुडयांच्या उत्थापक (lifting) शक्तीमुळे द्रवपृष्टाकडे त्यांचे प्लावन करता येते (buoy). तरंगत असलेला सपींडित झालेला (agglomerated) अवमल, साय काढून (skimming), द्रवपृष्ठावरून सहज काढून टाकता येतो. ही साय बहुधा संकेंद्रित अवमलाच्या स्वरूपात गोळा करण्यात येते आणि तिचे सहज निकसन करता येते. तल-द्रवाचा (Subnatant liqeur) निकास करण्यापूर्वी संग्राही टाकीत अवमल तरणिका (fioat) काही तास रोखून ठेवणे ही एक सोयीस्कर प्रथा आहे. ह्या संकेंद्रण पद्धतीने तरणिकेतील घन अंतर्वस्तूचे मान दुपटीपेक्षा जास्त करता येते; कण संदाबित होत असताना प्रत्यक्षात तरणिकेतून पाणी पिळुन बाहेर निघून जाते. अशी अवमल तरणिका बहुधा अगदी स्थिर व दुर्गंधिरहित असते.

(तरण प्रक्रियेमुळे अंशतः लघुकृत झालेल्या रासायनिक संयुगांचा ऑक्सिजनशी हवेच्या सूक्ष्म बुडबुड्यांच्या स्वरुपात संपर्क होतो. त्यामुळे अपशिष्ट जलाच्या ऑक्सिजनच्या तात्कालिक मागणीस मदत होते.)

वायु विसारक (diffusers) अगर यांत्रिकी ताडकांच्या (beaters) सहाय्याने अपशिष्टाचे वातन करून नमुनेदार निर्वात तरणिका-संचांचे परिचालन होते. वातन काल अल्प असतो, काहीतर ३० सेकंदाइतका अल्प असतो आणि दर गॅलन अपशिष्ट जलास फक्त सुमारे ०.०२५ पासून ०.०५ घ. फु. पर्यंत हवा लागते. नंतर मोठे बुडबुडे नाहीसे करण्याकरता अल्पशा अवातक (de-aeration) कालाची, वायुमंडलीय दाब ठेवून, तरतूद करण्यात येते. त्या क्षणी विलीन वायुने अपशिष्ट जवळ जवळ संपृक्त झालेले असते आणि सुमारे ९ इंच पाण्याच्या निर्वातनाखाली राखलेल्या व परिवेष्टित केलेल्या निकासी (evacuation) टाकीत ते प्रवेश करते. निर्वातनामुळे नंतर जे बुडबुडे निर्माण होतात ते तरणास कारणीभूत होतात.

दाब तरण व निर्वात तरण यांच्यातील फरक असा असतो कीं, दाबतरणात अपशिष्टात

हवा दाबाखाली अंतःक्षेपित (inject) करण्यात येते तर निर्वातनाखाली अपशिष्ट अनावृत्त करण्याऐवजी वायुमंडलीय दाबाखाली ते अनावृत्त होत असताना हवेचे बुडबुडे तयार होतात. अपशिष्टावर, सामान्यपणे, द. चौ. इंचास सुमारे ३० पासून ४० पौंडापर्यंत दाब दिला जातो आणि सुमारे एक मिनिट त्या दाबाखाली ते ठेवण्यात येते. (तुरटी आणि/अथवा सिलिका सारखे) एकादे किलाटक सहाय्यभूत होते व पंपाच्या चूषण टोकापाशी, जेथे टाकीत अपशिष्ट-जल प्रवेश करते तेथे, हवेची अल्पशी राशी या व्यवस्थेत निःस्त्रावित होते. केवळ पंपातून मिळणाऱ्या मार्गानेही अपशिष्टाशी हवा व रसायनांचे चांगले मिश्रण होण्यास ही तरतूद सामान्यतः पुरेशी होते. जेव्हा प्लवन टाकीत बुडबुडे वातावरणात सोडले जातात तेव्हा वर येणाऱ्या छोटया बुडबुडयांशी तरंगणारे कलील आणि काही पायसीकृत कण पाशबद्ध होतात. तरंगणाऱ्या अवमलातून सामान्यतः साय सतत काढण्यात येते आणि मल-पंपानी ती टाकीतून बाहेर काढून टाकण्यात येते.

विलीन हवा व विसरित हवा ह्या तरणाच्या दोन भिन्न पद्धती आहेत असे व्रॉब्लिक (६) मानतो. विसरित-हवा-तरंगणात पंख्यांच्या (propellers) यांत्रिकी कर्तनामुळे वायूचे बुडबुडे निर्माण होतात. संरंध्र माध्यमातून अथवा वायू आणि द्रवप्रवाहाच्या समांगीकरणाने (homogenizing) वायूचे विसरण होते. वायूने अति संपृक्त झालेल्या द्रावणातून वायूचे अवक्षेपण (precipitation) करून विलीन-हवा तरणाने वायूचे बुडबुडे निर्माण केले जातात. हे बुडबुडे विसरित-हवेच्या बुडबुडयांच्यापेक्षा बरेच लहान असतात आणि त्यांचा व्यास ८० मायक्रॉनपेक्षा * सामान्यतः मोठा असत नाही पण विसरित-हवेमुळे निर्माण होणाऱ्या बुडबुडयांचा व्यास पुष्कळ वेळा १००० मायक्रॉन इतका असू शकतो.

विलीन-हवा-तरणाची उपपत्ती समजण्याकरता अभ्यासकाने वायुरूप, द्रवरूप व घन अवस्थांचे, आपापसात घनिष्ट संबंध होत असताना, अन्वेषण केले पाहिजे. हेन्रीच्या नियमात वायूची विलेयता (ह्या उदाहरणात, विलीन हवा) आणि एकूण दाब, यांच्यातील संबंधाचे $C = kp$ या समीकरणाने दिग्दर्शन केले आहे. येथे C हे द्रावणातील वायूचे सांद्रण असते, k हा हेन्रीच्या नियमातील स्थिरांक असतो, आणि p हा समतुल्य अवस्थेतील द्रावणावरील निरपेक्ष दाब असतो.

---

* १ मायक्रॉन = ०.००१ सें. मीटर = ०.०००३९४ इंच.
१ इंच = २.५४ सें. मीटर.

कोष्टक

चौकोनी प्राथमिक अवस्थापन –

संयंत्राचे स्थान	टाक्यांची संख्या	लांबी फूट	रुंदी फूट	खोली फूट	लांबी / रुंदी	लांबी / खोली
हार्टफोर्ड, कॉन.	८	१००	६८	८.८	१.५	११.४
डेट्रॉइट, मिशि.	८	२७०	११७	१३	२.३	२०.८
रेसीन, विस.	४	१४०	४०	१०.५	३.५	१३.३
न्यूयॉर्क, एन. वाय, बॉनरी बे	३	१२४	५०	१२	२.५	१६.३
न्यूयॉर्क, एन.वाय.,टॅलमॅन्स आयलंड	३	१२४	५०	११.६	२.५	१०.७
फोर्ट वेन, इंडि	३	१००	३३	१३	३.३	७.७
रॉचेस्टर, एन. वाय.	२	३७	१२	८	३.१	४.६
मार्शल टाऊन, आयोवा.	३	८०	१६	८	५.०	१०.०
केनोशॉ, विस.	४	१३२	३२	१०.४	४.१	१२.७
जॅक्सन मिशि.	३	६७.३	३१	१०	२.२	६.७
हॅमॉंड, इंडि	६	१२०	१६	१३.२५	७.५	९.०
न्यूयॉर्क, एन. वाय. २६ वा विभाग	४	१६२	६७	१२	२.४	१३.५
न्यूयॉर्क, एन. वाय., हंट्स पॉइंट	४	१६८	१०८.९	१२	१.५	१४.०
ॲबिंग्टन, पा.	२	५०	१४	१०	३.६	५.०
पोर्टस्माउथ, वा.	४	१००	१५.२५	१०	६.५	१०.०
कँटन, ओहायओ	३	१२४	३२	१०.६	३.९	१२.६
नाईल्स, मिशि.	६	७५	१४	९	५.४	८.३
डलास, टेक्स.	२	१८०	५०	१२	३.६	१५.०
रिचमंड, इंडि.	४	९५	१६	१४.५	५.९	६.५
लॅन्सिंग, मिशि.	१६	८७.५	१६	१०	५.५	८.७
विन्स्टेड, कॉन.	२	६५	१२	९	५	६.८
वॉटरबरी, कॉन.	३	२१२.५	३३	१०	६.४	२१.२
ओक्लाहोमा सिटी, ओक्ला.	३	८५	३३	१०	२.५	८.५
टँपा, फ्ला.	४	१७०	४०	१३	४.२	१३.१
रोनोके, वा.	२	१२०	३२	१०.५	३.८	११.४
ब्लॅकस्टोन व्हॅली, आर. आय.	२	२३०	६८	१०.८	३.४	२१.१
ईस्ट हार्टफर्ड, कॉन.	२	१२५	३२	७.५	३.९	१६.७
मिलफर्ड, कॉन.	२	५५	१६	९.७५	३.५	५ १
स्प्रिंगफील्ड, मॅस.	४	११५	५०	१४.५	२.३	७.९
ऑरव्हिल, ओहायओ	२	४३.८	१६	१०.४	२.७	४.२
न्यू हॅवन, कॉन.	३	१४५	३१	११.५	४.७	१२.६
क्लीव्हलंड, ओहायओ (पूर्वदिशेने)	८	११५	५०	१५	२.३	७.७

* संयंत्राच्या अधीक्षकांकडून मिळालेली आधार सामग्री.–

९–१.

टाकीसंबंधी आधार सामग्री *

प्रवाह द.दि.द.ल. गॅलन	अवरोधन तास	परिवाह द. दि. गॅ /फू.	बांधावरील वेग– द. दि. गॅ /फू.	अनुपचारित तरंगते घनपदार्थ मि.ग्रॅ /लि.	निष्कासन-तरंगते घन पदार्थ, %	अनुपचारित BOD मि.ग्रॅ/लिटर	निष्कासन BOD, %
२४.३०	३.५३	४५०	५६८००	१७३	६१	२४०	४२
४१८.००	१.४१	१६५०	४०८०००	१८४	४४	१५३	३९
१७.०३	२.४८	७६०	१०६५००	१४९	६७	१३३	४८
४१.००	०.९८	२२१०	२८४०००	१५२	३९	१६९	२२
३१.००	१.२५	१६७०	२१५०००	१३७	५५	१२८	३९
१८.७०	१.२५	१८९०	९४५००	४०९	६१	२३१	३४
०.८१	१.५६	९१४	४१०००	२३३	२१	२६०	२१
१.२२	१.५१	९५०	१३५५०	४३६	५८	४१४	४२
१२.७७	२ ४९	७५५	१०००००	१३८	४८	१०२	४८
०.१७	१.२२	१४७०	११८०००	१९३	१६-१	१३४	२२
२० ७०	१.३२	१८००	२४०००	२७३	३०	२०६	२५
४१.००	२.१६	९३०	३५५००	१७९	३१	१२७	२८
९५.००	१.७०	१३००	९७०००	१४०	४८	११३	३०
१ २४	२.०२	८८५	४४४००	२३७	३९	११८	२९
७.३६	१.४९	१२००	४६०००	१५३	६३	१८५	४५
१७.००	१.३३	१४३०	२१४०००	५७७	४०	२५३	३३
२.३०	१.८६	३६२	२७२००	२५०	६९-२	१०६	५७
१९.४०	२.००	१०८०	२४०००	२५८	६६	२५६	४१
६.१०	२.६४	९९०	२५०००	१५९	४०	१३३	२३
१६.४५	२.४५	७३५	२३७००	४४५	७६	२०१	६८
०.५०	५.००	३२०	२०८००	१३०	७५	१७०	५१
१३.९४	२.७१	६६०	१४५००	१४४	५४	१६६	३३
५.१९	२.९१	६१९	२०४००	२४२	५.	२२८	३१
१२.३०	५.१२	४५५	१७३००	२१५	६९	१८३	३७
७.७६	१.८७	१०१०	१२००००	२३०	६७	१९०	५१
१२.२१	४.९७	३९०	६२०००	२१२	६२	१३३	१२
१ ५०	७.१८	१८७	१२५००	२१२	५४	२४२	५०
९.७०	४.४०	४००	२१८००	१५०	७९	१३०	७२
१७.५	३ ३६	७६१	—	१६०	४९	१४५	२६
०.७३	३.६५	५१५	--	३४२	६४	४१५	१८
१४.७	१.९०	१०९०	--	१७६	४९	—	—
९७.७	१ २७	२१२०	—	२४०	३७	१४९	३५

संदर्भाकरता " स्युवेज ट्रीटमेंट डिझाईन पहा " (२)

कोष्टक

गोलाकार प्राथमिक टाक्या :

स्थाने		आधार सामग्रीचा काल		सरासरी प्रवाह द.दि.ल.गॅ.	संख्या	व्यास फूट	पार्श्वजलाची खोली, फूट
		वर्ष	संख्या				
वॉशिंग्टन डी. सी	–	१९४४-४५	२	१३६-३	१२	१०६	१४
विनिपेग, मॅन , कॅनडा	–	१९४३-४४	२	२२-८	२	११५	१२
बॅटल क्रीक, मिशि	–	१९३८-४२	५	४-९२	२	८०	१०
बफेलो, एन. वाय.	–	१९३९-४१	३	१३५	४	१६०	१५
अल्बुकर्क, न्यू- मेक्सिको	–	१९३९-४६	७	५	१	८०	१२-२
याकीमा, वॉशिंग्टन	–	१९४२	१	९-५	४	९०	९
ॲपल्टन, विस्कॉन्सिन	–	१९३८-४५	७	४-८	२	७०	१०
बाल्टिमोर, Md.	–	१९३९-४४	४	८९-५	३	१७०	१२
स्प्रिंगफील्ड, ओहायओ	–	१९३७-४०	४	१४-८	२	९०	१०
मॅन्सफील्ड, ओहायओ	–	१९४४-४५	२	३	१	६५	१२
सेडर रॅपिड्स, आयोवा	–	१९३६-४४	९	४-२१	१	७०	११-५
ऑस्टिन, टेक्सास	–	१९४४-४५	२	५-६४	१	७५	१२
डेन्हर, कोलो.	–	१९३९-४३	५	४६	४	१४०	९-७
Ypsilanti, मिशी	–	१९४३-४५	३	१-६६	२	४०	९
मॉन्रो, मिशि	–	१९३८-४६	८	४-३	२	४५	७-५

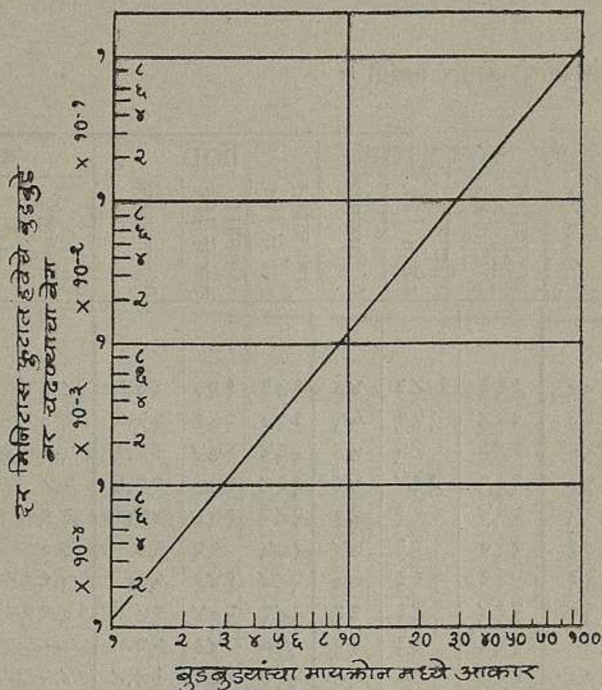
* संयंत्रावरील आधीक्षकांचेकडील आधार सामग्री आणि/अथवा वार्षिक अहवाल.

९-२

कार्यमानाची दीर्घमुदतीची आधार सामग्री *

अवरोधन, तास	परिवाह द. दि. गॅ./फू.²	तरंगते घनपदार्थ			BOD			अवमल	
		अनुपचारित द.ल.गॅ./लि.	निःस्राव द.ल.गॅ./लि.	% निष्कासन	अनुपचारित द.ल.गॅ./लि.	निःस्राव द.ल.गॅ./लि.	% निष्कासन	% घनपदार्थ	% बाष्पशील द्रव्य
१-८८	१३००	१६३	८३	४०	१७३	१२०	३०.५	८.०५	६७.५
१-९८	११००	३४८	१५९	५५	३१०	२३१	२५.५	९.०	७०.५
३-६६	४९०	२८२	८५	७०	२६४	१७४	३४.१	५.५	८२.५
१-६	१६९०	२०९	११४	४६	१३८	१०७	२२.५	५.८	५९
२-२१	९९५	२५४	९१	६१	२८२	१५०	४४.५	३.९	८१
४-३२	३७३	११०	२३	७४	१७५	९२	५०	७.०	७४.४
२-९०	६२३	२७६	६३	७७	२८४	१४१	५०	५.६	५८
१-६४	१३६०	२१४	८३	६१	२८१	२०४	२७.५	३.९	८२.७
१-५५	११६०	१६६	६३	६२	९०	४३	५२	—	—
२-३८	९०५	२०८	८०	५८	२२७	१३९	३८.८	४.२	७६
१-९५	१०६०	३५४	१३२	६३	२८३	२११	२४	५ ५	८१.२
१-६९	१२७५	२६३	९५	६४	२८५	१५२	४६.३	४.०	८३
२-३४	७५०	१८७	४४	७७	२१२	१०८	४९	५.४	७६
२-५	६६०	२२६	८७	६२	१४१	९५	३३	८.२	७१.४
३-५५	३७८	३२९	७५	७७	१३५	७३	४६	५ २	६७.७

संदर्भासाठी " स्युवेज ट्रीटमेंट डिझाईन " पहा (२).



आकृति ९-९. (स्टोक्सच्या नियमाच्या सहाय्याने गणन केलेले) बुडबुड्याच्या आकाराचे फलन म्हणून नळाच्या पाण्यातील हवेचे बुडबुडे वर येण्याचा वेग (ब्लिक प्रमाणे (६)).

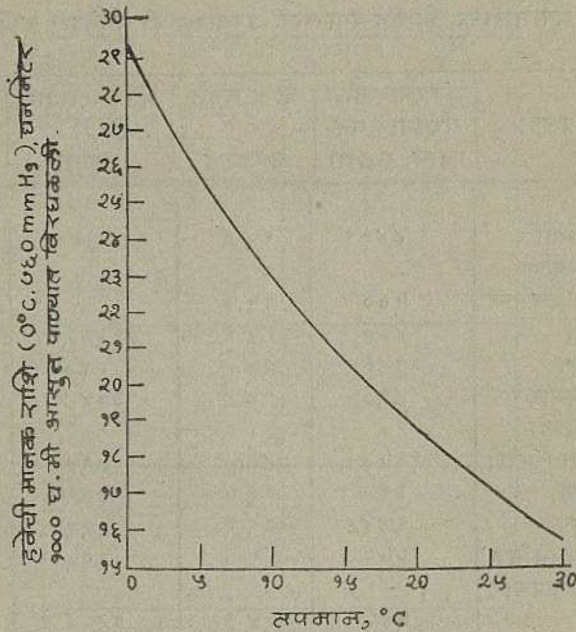
तरंगणाऱ्या घन संरचनेला जोडून अथवा द्रव अवस्थेत अंतर्भाव करून प्राप्त केलेल्या जोड व्यवस्थेचे स्थूल घनत्व (bulk density) मूळ व्यवस्थेतील घनत्वापेक्षा कमी असू शकते आणि संपीडित द्रव्य (Agglomerate) उर्ध्व दिशेने तरंगण्यास कारणीभूत होते. म्हणून आर्किमिडीजच्या सिद्धांताप्रमाणे तरंगणाऱ्या मुळच्या कणाला गॅसच्या बुडबुड्यांप्रमाणे प्लावकता प्राप्त होते. निमज्जित वस्तूवरील द्रवाचा परिणामी दाब विस्थापित द्रवाच्या गुरुत्वमध्यातून उर्ध्व दिशेने प्रयुक्त होतो, आणि तो विस्थापित द्रवाच्या वजना इतका असतो हा तो सिद्धांत आहे. वस्तूवर लागू केलेल्या परिणामी बलास **उत्प्लावकता** (buoyancy) असे म्हणतात. नंतर आजूबाजूच्या द्रवापेक्षा प्रथम काहीसे जड असणारे घनपदार्थ तरंगू लागण्यास हे बल जबाबदार असते.

कोष्टक ९–३ अपशिष्टाच्या विलीन-वायु-तरण उपचारणांची नमुनेदार कार्यक्षमता (४).

अपशिष्टाचा प्रकार	अंतःस्त्रावातील तरंगणारे घन-पदार्थ, ppm	प्राप्त केलेले लघुकरण	अंतःस्त्रावातील BOD, ppm	प्राप्त केलेल्या लघुकरणाची टक्केवारी-
पेट्रोलियमची निर्मिती	४४१	९५ ०		
आगगाडीच्या रस्त्याची देखभाल	५००	९५.०		
मासांची पॅकबंदी	१४००	८५.६	१२२५	६७ ३
कागद तयार करणे	११८०	९७.५	२१०	६२ ५
वनस्पति तेल-प्रक्रियाकरण	८९०	९४.८	३०४८	९१.६
फळे-आणि भाजीपाला डब्यांत भरणे	१३५०	८०.०	७९०	६०.०
साबण तयार करणे	३९२	९१.५	३०९	९१.६
पूतिकुंडातील पंपिंग	६४४८	९६.२	३३९९	८७.०
वाहितमलावरील प्राथमिक उपचार	२५२	६९.०	३२५	४९ २
ग्ल्यू तयार करणे	५४२	९४ ३	१८२२	९१.८

अपशिष्ट–उपचारणातील अपशिष्ट-जलाच्या मोठ्या राशींच्याशी बहुधा आपला संबंध येत असल्याने तरण-कक्षातील अवरोधन काल ही क्रांतिक बाब बनते. (त्या नंतर) क्रमाक्रमाने पाण्यातील हवेचे बुडबुडे वर जाण्याच्या वेगावर अवरोधन काल मुख्यतः अवलंबून असतो $V = kD$ ह्या स्टोक्सच्या नियमाने वर जाण्याचा हा वेग उत्तम प्रकारे अभिव्यक्त करता येतो व तो १३० मायक्रॉन्सपेक्षा कमी व्यासाच्या कणांना यथार्थ लागू होतो. येथे V हा बुडबुडे वर जाण्याचा द. मि. स फुटात वेग असतो, k हा स्टोक्सचा परिवर्तन गुणांक (conversion factor) असतो, आणि D हा हवेच्या बुडबुड्याचा व्यास असतो, आ. ९–९ मध्ये स्टोक्स संबंध संख्यात्मक रीत्या दाखविला आहे.

अनेक औद्योगिक अपशिष्टांतील विलीन–हवा–तरणाने उपचारित केलेल्या नमुन्यांवरून प्राप्त केलेला नमुनेदार फलने, तरंगत असलेले घनपदार्थ आणि अनुक्रमे ६९ ते ९७.५ व ६० ते ९१.८ अशी टक्केवारी दाखवितात (को. ९–३).



आकृति ९–१०. विभिन्न तपमानात विशुद्ध जलातील हवेची विलेयता. (केमिस्ट्री आणि फिजिक्सचा निदेश ग्रंथ (hand book), ३६ वी आवृत्ति पान १६०९).

इतर सर्व घटक समान असताना, पाण्यात ३०°c तपमानाच्या वेळी ०°c च्या वेळेपेक्षा दुप्पट हवा विरघळत असल्यामुळे अपशिष्ट जलाचे तपमान तरंगण क्रिया प्रभावी होण्यात फार महत्वाचे असते. हा संबंध आ. ६–१० दाखविला आहे.

सामान्य हवेचे बुडबुडे ऋणप्रभारित (negetively charged) असतात, अंत:पृष्ठाच्या वायूच्या बाजूवर ते प्रामुख्याने गोळा होतात आणि अंत:पृष्ठ-जलाच्या बाजूवर विरळपणे धनायन पसरलेले असतात. तरंगत असलेलेल्या कणांवर अथवा कलिलांवर महत्वपूर्ण विद्युत् प्रभार असणे शक्य असल्यानें ह्या आणि हवेच्या बुडबुड्यांच्या दरम्यान सामान्यतः आकर्षण तरी असते अथवा विकर्षण (repulsion) तरी असते.

ज्या प्रक्रियामुळे तरंगण घडून येण्याची शक्यता असते अशा खालील तीन भिन्न प्रक्रियांचा व्हॅन्किकने (६) व्यापक अभ्यास केला : (१) तरंगत्या द्रव अथवा घन अवस्था असलेल्या

(a)

(b)

(c)

आकृति ९–११ विलीन-हवा-तरणाच्या तीन पद्धती. (a) तरगत असलेल्या द्रव अगर सघन अवस्थेतील पदार्थाला वायुचा बुडबुडा चिकटून राहणे. (b) वायुचे बुडबुडे वर जात असताना पुंजीकृत सरचनेत वायूचे बुडबुडे अडकून राहणे. (c) जसजसे पुंजीकरण होत-जाते तसतसे पुंजीकृत संरचनेत वायूच्या बुडबुड्यांचे अवशोषण (absorption) आणि अधिशोषण (adsorption) होणे. (ब्रँक्लिक प्रमाणे (६).)

पदार्थास बुडबुडा चिकटणे, (२) वायूचा बुडबुडा वर जात असताना पुंजीकृत संरचनेत वायूचे बुडबुडे अडकून राहणे, आणि (३) जसजसे पुंजीकरण होत जाते तसतसे पुंजीकृत संरचनेत वायूचे अवशोषण होणे. ह्या तीन्ही घटना आ. ९–११ त दाखविल्या आहेत.

शेवटी, अपशिष्टावरील उपचारण प्रक्रिया म्हणून तरणाच्या वापरातील फायदे आणि तोटे अशा दोन्हींचीही अभ्यासकास जाण हवी. फायद्यांची यादी पुढीलप्रमाणे आहे. (५)

१) वंगण, हलके घनपदार्थ, भरड जड पदार्थ एकाच खेपेत काढले जातात.

२) परिवाहाचा उच्च वेग आणि अल्प अवरोधन काल म्हणजेच लहान आकाराची टाकी आणि परिणामी कमी जागा लागते आणि संरचन खर्चात संभवनीय बचत होते.

३) अवरोधन काल कमी लागत असल्याने दुर्गंधीचा उपद्रव कमी होतो आणि निःस्त्रावित ऑक्सिजनच्या उपस्थितीमुळे दाब व वायवीय संच कमी लागतो.

४) अनेक उदाहरणांत, गुरुत्वीय अवस्थापन व पसाईकरणापेक्षा (skimming) अधिक जाडीचा मल व अवमल प्राप्त होतो.

तोटे खालीलप्रमाणे असतात :

१) अतिरिक्त साधने लागत असल्याने परिचालनास खर्च जास्त येतो.

२) गुरुत्वीय अवस्थापन संचांप्रमाणे तरण-संचामुळेही सामान्यपणे उपचारण परिणामकारक होत नाही.

३) दाब प्रकाराच्या संचास उच्च शक्ति लागते व त्यामुळे परिचालनावरील खर्चात वाढ होते.

४) नऊ इंच पाण्याइतका दाब सहन करू शकेल अशा तुलनेने महागड्या हवाबंद संरचनेची निर्वात प्रकाराच्या संचास गरज लागते. हवेत थोडीशी गळती झाली तरी निष्पादनावर परिणाम होतो.

५) गुरुत्वीय अवस्थापन–संचाकरता लागणाऱ्या देखभालीपेक्षा तरण-संचास अधिक कुशल देखभाल करावी लागते.

संदर्भ–

अवसादन–

१– कँप, टी. आर, "स्टडीज ऑफ सेडिमेंटेशन बेसीन डिझाईन", स्युवेज अँड इंडस्ट्रीयल वेस्ट्स २५, १, १ (जानेवारी १९५३).

२– "स्युवेज ट्रीटमेंट डिझाईन", फेडरेशन स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स असोसिएशन मॅन्युअल ऑफ प्रॅक्टिस क्र. ८ (अमेरिकन सोसायटी ऑफ केमिकल इंजिनिअर्स मॅन्युअल ऑफ ईंजिनिअरींग प्रॅक्टिस क्र. ३६) १९५९, पा. ९०–९१.

३– ग्रेट लेक अपर मिसिसिपी बोर्ड ऑफ स्टेट सॅनिटरी इंजिनिअर्स, "रेकमेंडेड स्टँडर्ड्स फॉर स्युवेज वर्क्स," मे १०, १९६०.

तरण–

४– हेस, आर. डब्ल्यू. आणि इतर, "१९५२ इंडस्ट्रियल वेस्ट्स फोरम," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ६, ७०९ (जून १९५३)

५– "स्युवेज ट्रीटमेंट डिझाईन", फेडरेशन स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स असोसिएशन, मॅन्युअल ऑफ प्रॅक्टिस क्र. ८, (अमेरिकन सोसायटी ऑफ केमिकल इंजिनिअर्स मॅन्युअल ऑफ इंजिनिअरिंग प्रॅक्टिस क्र. ३६) १९५९, पा. ७८.

६– त्रॅब्लिक, ई. आर, "फंडामेंटल प्रिन्सिपल्स ऑफ डिझॉल्व्हड् एअर फ्लोटेशन ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट्स" १४ व्या पड्र्यू औद्योगिक अपशिष्ट परिषदेची कार्यवाही (मे १९६५) पान ७४३.

सुचविलेले अतिरिक्त वाचन

अवसादन–

१– कँप, टी. आर, "सेडिमेंटेशन अँड दि डिझाईन ऑफ सेटलिंग टँक्स", ट्रँझॅक्शन्स ऑफ अमेरिकन सोसायटी ऑफ केमिकल इंजिनिअर्स, १११. ८९५, (१९४६).

२– डॉबिन्स, डब्ल्यू-ई., "इफेक्ट ऑफ टर्ब्यूलन्स ऑन सेडिमेंटेशन", ट्रँझॅक्शन्स ऑफ अमेरिकन सोसायटी ऑफ केमिकल इंजिनिअर्स, १०९, ६२९ (१९४४).

३– हॅझेन ए, "ऑन सेडिमेंटेशन," ट्रँझॅक्शन्स ऑफ अमेरिकन सोसायटी ऑफ केमिकल इंजिनिअर्स, ५३, ४५ (१९०४).

तरण–

४– बीब, ए - एछ. "सोल्यूबल ऑईल वेस्ट ट्रीटमेंट बाय प्रेशर फ्लोटेशन", स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ११, १३१४ (नोव्हेंबर १९५३).

५– ड' आर्सी. एन. ए. ज्यू. "डिझॉल्व्हड एअर फ्लोटेशन सेपरेट्स ऑईल फ्रॉम वेस्ट वॉटर," ऑईल अँड गॅस जर्नल, ५०, २७, ३१९ (नोव्हेंबर १९५१).



: १० : कलिल घनपदार्थ काढून टाकणे

१०–१. कलिलांची वैशिठ्ये–

आपल्या अत्यंत सूक्ष्म आकारामुळे (१ ते २० मिलीमायक्रॉन), जलयोजनेच्या अवस्थेमुळे आणि पृष्ठभागावरील विद्युत् प्रभारामुळे तरंगणाऱ्या कणाची कलील अशी व्याख्या करता येते.

कलिलाचे दोन प्रकार असतात : द्रव द्वेषी (hydrophybic) आणि द्रवप्रेमी (hydrophylic) अशा नावाने ते संबोधिले जातात. कलिलांच्या परिस्थितीत बदल झाल्यास, त्यांच्या वैशिष्यांतील फरकामुळे प्रतिक्रिया भिन्न होतात हे गुणधर्म समजून घेण्यास को. १०–१ ची अभ्यासकास मदत होईल.

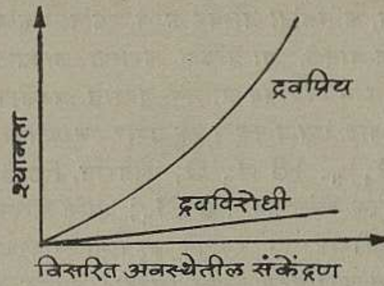
नाल्यातून सोडण्यापूर्वी अपशिष्टजलातून कलिले काढून टाकणे महत्वाचे असल्याने त्यांच्या भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्मांची जाण असली पाहिजे.

विस्थापित अवस्थेतील कणांवर विस्थापक माध्यमातील परमाणूंची गोळाबारी झालेली **ब्राउनियन हालचाल** कलिलात दिसून येते कलिलांचा आकार लहान आणि त्यांच्या कणांचे वजन कमी असल्यांने ते अनिवार्यत: अनावस्थापनी (nonsettleable) असतात. ते आपोहनक्षम (dyalyzable) असतात; म्हणजेच अर्धप्रवेश्यता असलेल्या पटलातून त्याना गाळून आपल्या मणीभाव (crystalloid) प्रतिवस्तूंच्या (counter parts) पासून वेगळे करता येते. विलेय आयनांच्या तुलनेने कलिलांचे **विसरण** (diffusion) फार सावकास होते. सामान्यपणे, कलिलांचे कण (काही थोडे असलेच तर) फार कमी **परिसारक** (osmotic) दाब प्रदर्शित करतात, कारण विलेय आयनांच्या आकाराच्या मानाने त्यांचा आकार मोठा असतो. त्यांच्यात **अंतर्ग्रहणाचे** (imbibition) (जेलने पाणी आत घेण्याचे) वैशिष्ट्य असते. वस्तुत: (बहुतेक वेळा कलिल मानण्यात आलेले) जीवाणूंचे बीजाणू (spores) पाणी ग्रहण करतात आणि अंकुर पावतात. अनेक वेळा कलिल जेल अति निस्यंदक (ultra filters) म्हणून वापरण्यात येतात. कलिल व्यवस्थेतील विसरित अवस्था टिकून राहू देण्याइतकी लहान रंध्रें असलेली पण विसरण माध्यम आणि त्यांचे मणिभाव विलेय बाहेर पडू शकतील इतके मोठे हे जेल असतात. कलिल व्यवस्थेत व्यापक प्रमाणात **श्यानता** (viscocity) आणि **नम्यता** (plasticity) दिसून येते. सामान्यपणे विशुद्ध विसरण–माध्यमातल्यापेक्षा द्रवद्वेषी विलयात (sol) फक्त थोडी जास्त श्यानता दिसून येते आ. (१०–१), आणि जेव्हा विसरित द्रव्याच्या संकेंद्रणात

वाढ होते तेव्हा हे संकेंद्रण फक्त थोडेसेच वाढते. उलटपक्षी, द्रवप्रेमी व्यवस्थेत श्यानतेची मूल्ये उच्च प्रमाणात वाढतात. या प्रकारच्या कलिलांमुळे, आ १०–१ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे, श्यानता आणि विसरित अवस्थेतील संकेंद्रण यांच्यामधील संबंध रेखीय असण्याऐवजी परवलयिक (parabolic) असतात.

कोष्टक १०–१. कलिल विलयांचे (sols) प्रकार आणि गुणधर्म -

गुणधर्म	द्रव द्वेषी (hydrophobic)	द्रव प्रेमी (hydrophylic)
भौतिक अवस्था	निलंबाभ (suspensoid)	पायसाभ (emulsoid)
पृष्ठतणाव	अगदी माध्यमासारखेच कलिल असते.	माध्यमापेक्षा कलिलाचा पृष्ठतणाव बराच कमी असतो.
श्यानता	केवळ विसरक अवस्थेच्या अगदी समान कलिल असते.	फक्त कलिलांची श्यानता बरीच वाढते.
टिंडॉल परिणाम	अतिशय स्पष्ट. (याला अपवाद फेरिक हायड्रॉक्साइड असते.)	अल्प अगर संपूर्ण अभाव
पुनर्गठनाची सुलभता	गोठणानंतर अगर सुकविल्यानंतर सुलभपणे पुनर्गठन करता येत नाही.	सहज पुनर्गठन करता येते.
विद्युत् विश्लेषणाशी अभिक्रिय (reaction)	विद्युत् विश्लेष्याने सहज किलाटन होते.	विद्युत् विश्लेष्य क्रियेशी फार संवेदनशील असते म्हणून किलाटनाकरता बरेच जास्त लागते
उदाहरणे	धातूंची ऑक्साइडे, सल्फाइडे, चांदीची हलाइडे, धातू, सिलिकॉन डायऑक्साइड.	प्रथिने, स्टार्च, गोंद, श्लेष्म (mucilages) आणि साबण.



आकृति १०–१.

कलिल प्रकाराचा श्यानतेवरील परिणाम–

अनेक कलिल व्यवस्थांत, विशेषतः द्रवप्रिय (जेल) व्यवस्थांत, प्रत्यास्थतेचा (elastic) " (उसळण्याचा " अगर प्रतिरोध करण्याचा) गुणधर्म असतो. त्या गुणधर्मामुळे विरूपणास जेल प्रतिरोध करू शकते आणि त्यामुळे पूर्वी केव्हातरी विरूपित झालेले आपले मूळचे आकार व रूप पुनः प्राप्त करू शकते. जर विसरण माध्यमाच्या **प्रणमनांकाहून** (refra ctive index) **भिन्न प्रणमनांक असलेल्या** विसरित अवस्थेतील कलिल द्रावणामधून संकेंद्रित किरणावली (beam) पार केली तर लंबतः (perpendicularly) पाहिले असता तिचा मार्ग दुधाळ असल्याचे स्पष्ट दिसून येते. ह्याला टिंडॉल परिणाम असे म्हणतात. (को. १०–१ पहा).

कलिल कणांचा एक महत्वाचा गुणधर्म असा असतो कीं, आपल्या भोवतालच्या परिसराच्या संबंधात ते सामान्यतः **विद्युत् प्रभारित** असतात. जर कलिल व्यवस्थेमधून विद्युत् प्रवाह सोडला तर धन कण ऋणाग्राकडे (cathode) आणि ऋण कण धनाग्राकडे (anode) भ्रमण करतात.

१०–२. रासायनिक किलाटन–

अपशिष्ट जलातील ऑक्सिजनची मागणी आणि गढूळपणा निर्माण करणाऱ्या कलिल घन पदार्थांच्या निष्कासनास पुष्कळवेळा माध्यमिक उपचार असे संशोधण्यात येते. कारण कलिलांचे आकार तरंगणाऱ्या आणि विरघळलेल्या घनपदार्थांच्या आकारांच्या दरम्यान असतात. हे घनपदार्थ काढून टाकण्याची अतिसामान्य आणि व्यवहार्य पद्धत रासायनिक किलाटन ही आहे.

रासायनिक किलाटनात, कलिलांना अस्थिर करणे, त्याना एकत्रित करणे आणि अवसादन सोपे जावे म्हणून त्याना एकत्र बांधणे, ह्या प्रक्रिया कराव्या लागतात. तरंगणाऱ्या द्रव्यांचे, विशेषत: कलिल होण्याइतके सूक्ष्म विभाजन झालेल्या द्रव्यांचे, अवशोषण, पाशबंधन वा अन्य प्रकारे त्यांचे एकत्रीकरण करणारे रासायनिक पुंजके तयार करण्याचा ह्या प्रक्रियेत अंतर्भाव असतो. तुरटी $Al_2(SO_4)_3 . 18 H_2O$; कॉपेरास, $FeSO_4 . 7H_2O$; फेरिक सल्फेट, $Fe(SO_4)_3$; फेरिक क्लोराइड, $FeCl_3$; आणि फेरिक सल्फेट व क्लोराइडचे मिश्रण केलेले क्लोरीनेटेड कॉपेरास, ही रसायने बहुतांशी वापरण्यात येतात. कार्बनयुक्त अपशिष्टांचे किलाटन करण्यात अल्युमिनम सल्फेट (तुरटी) अधिक परिणामकारक असल्याचे दिसून येते आणि जेव्हा प्रथिनात अपशिष्टांची राशि बऱ्याच प्रमाणात असते तेव्हा आयर्न सल्फेटे अधिक प्रभावी ठरतात.

रासायनिक किलाटन प्रक्रियेत, विसरित द्रव्यांची कलिले, पाणी अगर अन्य विसरण करणारे माध्यम आणि किलाटनकारी रसायनांचा समावेश असलेल्या अनेक विचरकांच्या (variables) मधील गुंतागुंतीच्या साम्यावस्थांचा (equilibria) अंतर्भाव असतो. विद्युत् क्रियेसारखी चालन बले (driving forces) ह्या तीन्ही विचरकांच्या अन्योन्य क्रिया घडून येण्याकरता, उपलब्ध असणे आवश्यक असते.

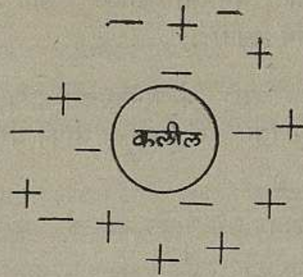
१०-३. विद्युत् भाराच्या उदासीनीकरणाने किलाटन : हे सिद्ध करण्याचे मार्ग

(१) कलिलांचे झीटा विभव खाली आणणे (आ. १०-२), स्थिर केलेले कलिल आणि विसारक माध्यमाच्या मधील अस्तित्वात असलेले विद्युत् प्रभार, यांच्या मधील फरक हे झीटा विभव असते.

(२) पाण्यातील आयनांच्या किलाटकावर होणाऱ्या प्रक्रियेने सामान्यपणे तयार झालेले हायड्रस ऑक्साइड, कलिलासारख्या विरुद्ध दिशेने प्रभारित झालेल्या अतिरिक्त इलेक्ट्रॉनने माध्यमाचे अभिसिंचन (flooding) करून कलिली प्रभाराचे, उदासीनीकरण करते. तसेच, परस्पर विरुद्ध दिशेने प्रभारित झालेल्या कलिलांच्या प्रक्रियेने किलाटकी कलिले अस्थिर बनतात आणि हायड्रस ऑक्साइड निर्माण करतात; हायड्रस ऑक्साइड हे पुंजके बनविणारे द्रव्य आहे

विद्युत् प्रभाराच्या दृष्टिकोनातून अपशिष्ट-जलात कलिलांचे दोन मुख्य प्रकार असतात :

(१) अनेक प्रथिने, स्टार्च, हेमीसेल्यूलोज, पॉलीपेप्टाइड, आणि इतर पदार्थ समाविष्ट



आकृति १०–२. स्थिर कलिल

कोष्टक-१०–२. संयोजकता (valence) आणि किलाटकाची मात्रा

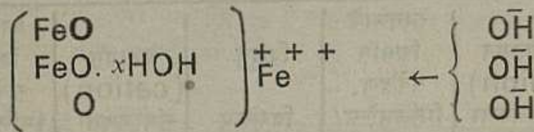
विद्युत् विश्लेष्य	ऋणायन (anion) संयोजकता	लागणारे किमान संकेंद्रण, मिलिमॉल्स/लिटर	विद्युत् विश्लेष्य	धनायन (cation) संयोजकता	लागणारे किमान संकेंद्रण, मिलिमॉल्स/लिटर
KCl	१	१०३	NaCl	१	५१
KBr	१	१३८	KNO_3	१	५०
KNO_3	१	१३१	K_2SO_4	१	६३
K_2CrO_3	२	०.३२५	$MgSO_4$	२	०.८१
K_2SO_4	२	०.२१९	$ZnCl_2$	२	०.६८
$K_3Fe(Cn)_6$	३	०.०९६	$BaCl_2$	२	०.६९
			$AlCl_3$	३	०.०९

असलेली स्वाभाविकपणे आस्तित्वात असलेली कलिले. त्या सर्वावर ऋण प्रभार असतो (बहुतेकांचा द्रवद्वेषी स्वभावधर्म असतो).

(२) सामान्यपणे लोखंड आणि अल्युमिनमच्या हायड्राक्साइडसारखी किलाटकांनी निर्माण केलेली कृत्रिम कलिले बहुतांशी धन प्रभारित आयनें असतात. (त्यांचा स्वभावधर्म बहुतांशी द्रवप्रेमी असतो.)

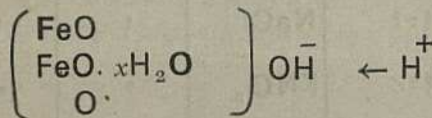
बहुतेक वैज्ञानिकांच्या मंडळातून असे मानले जाते की, कलिल कण प्रामुख्याने विसरण माध्यमातील आयनांच्या, सामान्यत: $\overset{+}{H}$ अगर $\overset{-}{OH}$ यांच्या, अधिमान्य अधिशोषणामुळे (adsorption) प्रभारित होतात. तसेच हा प्रभार अंशत: $\overset{+}{NH_2}$ आणि $CO\overset{-}{O}$ सारख्या, त्यांच्या संरचनात्मक गटा पैकी काहींच्या प्रत्यक्ष आयनीकरणामुळेसुद्धा असू शकतो.

हायड्रस अल्युमिनम आणि आयर्न ऑक्साइडे, तसेच धातूचे अन्य विलायक, धन आणि ऋण असे दोन्हीही प्रभार प्राप्त करू शकतात :



$$\begin{Bmatrix} FeO \\ FeO.xHOH \\ O \end{Bmatrix} \overset{+++}{Fe} \leftarrow \begin{Bmatrix} \overset{-}{OH} \\ \overset{-}{OH} \\ \overset{-}{OH} \end{Bmatrix}$$

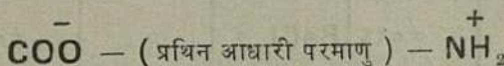
अतिरिक्त $\overset{+++}{Fe}$ मुळे कलिलांचे धनप्रभारण होते.



$$\begin{Bmatrix} FeO \\ FeO.xH_2O \\ O \end{Bmatrix} \overset{-}{OH} \leftarrow \overset{+}{H}$$

अतिरिक्त $\overset{-}{OH}$ मुळे कलिलांचे ऋणप्रभारण होते.

असे असले तरी, अधिशोषणाशिवाय अन्य उपायानी कलिलाला प्रभार प्राप्त करता येतो. जेव्हा द्रावणात प्रथिन विरघळण्यात येते तेव्हा ते खालील आयोजनाने निर्दशित करता येते :



$$CO\overset{-}{O} - (\text{प्रथिन आधारी परमाणु}) - \overset{+}{NH_2}$$

द्रावणातील अंतिम आयनिक प्रभार निश्चितपणे जाणून घेण्याकरता सर्व धन $\overset{+}{NH_2}$ गट

आणि सर्व ऋण $C\overline{O}O$ गट एकत्र करण्याची जरुरी पडणे शक्य असते कारण कणाच्या प्रत्यक्ष आयनीकरणामुळे अन्तर्निहित प्रभार बाहेर पडतो. त्यामुळे परमाणूच्या स्वतःच्या आत असलेल्या गटांच्या अन्तर्निहित आयनीकरणामुळे विलयास (sol) स्थिरता प्राप्त होते.

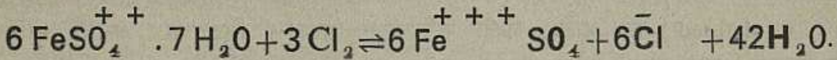
दुहेरी थराच्या आयनांच्या प्रकारात आणि संख्येत काहीही बदल झाल्यास त्यामुळे झीटा विभव इतक्या मात्रेपर्यंत कमी होते की कलिल आपली स्थिरता गमावून बसते. तुलनेने मोठ्या कणात अवक्षेपण आणि/अगर किलाटन होण्यास प्रतिरोध करण्याच्या क्षमतेस "स्थिरता" असे परिभाषित (defined) केले आहे. जेव्हा कलिलावर अत्युच्च विद्युत्भार असतो आणि त्याचा आकार किमान असतो तेव्हा कलिल जास्तीत जास्त स्थिर असते. जसजशी संयोजकता वाढत जाते तसतशी आयनांची किलाटन शक्ति जलदगतीने वाढते; हे हार्डी-शूल्झ नियमात निवेदित केले आहे. को. १०–२ मध्ये प्रक्रिया पूर्ण करण्याकरता धनायन आणि ऋणायनाना लागणाऱ्या विविध रासायनिक किलाटकांचे किमान संकेंद्रण दिले आहे. १, २ आणि ३ संयोजकतांकरता लागणाऱ्या विद्युत् विश्लेष्यांच्या सकेंद्रणांची गुणोत्तरे ७२९ = ११-४ = १ अशी असतात.

अपशिष्ट जलातील pH च्या बदलाशी विद्युत् विश्लेष्ये आणि कलिलाची सहज प्रतिक्रिया होते. अपशिष्ट जलात अस्तित्वात असलेल्या संदूषक कलिलांपैकी बहुतेकांचा समावेश असलेल्या बहुतेक ऋणभारित कणांचे, ७.० पेक्षा कमी अनुकुलतम (optimum) pH चे मूल्य असताना, किलाटन होते. या उलट पुंजीकारक हायड्राक्साइड कलिल pH ची मूल्ये ७.० पेक्षा जास्त असताना आणि सामान्यपणे ९.० च्यावर असताना अविलेय असतात. pH वाढविण्या-करता, तसेच कलिलांचे अवक्षेपण होण्यास मदत व्हावी म्हणून सामान्यतः चुना मिसळण्यात येतो.

तुरटीतील कमाल अविलेयतेची pH व्याप्ती ५ ते ७ च्या दरम्यान असते; फेरिक आयनाचे ph मूल्य ४ पेक्षा अधिक असतानाच किलाटन होते आणि फेरस आयनाचे फक्त ९.५ च्या वरच होते. कॉपेरस, $FeSO_4 . 7H_2O$ हा फक्त उच्च क्षारीय अपशिष्टांच्या बाबतीत, एक उपयुक्त किलाटक असतो. स्वतःच किलाटक असलेला चुना, किलाटकाच्या समविद्युत् बिंदूपर्यंत (iso electric point) pH वाढविण्याकरता, लोह लवणात अनेकदा मिसळण्यात येतो. या बिंदूजवळ, कलिलावर कमीतकमी अथवा किमान स्वविद्युत् भार असतो, आणि ते कमीतकमी स्थिर असते. pH ची मूल्ये ९ व त्यापेक्षा जास्त असताना, चुना पूर्णपणे अविलेय असल्याने, चुना व कॉपेरासचे एकत्रित किलाटन केले तर, pH च्या व्याप्तीत वाढ होते. चुना मिसळण्यापूर्वी अपशिष्ट जलाचे वातन केल्याने (लोहाचे ऑक्साइड आणि हायड्रॉक्साइडच्या

अवस्थांत परिवर्तन करण्याकरता कार्बन डाय ऑक्साइडचा उपयोग करून आणि ऑक्सिजनचा पुरवठा करून) चुन्याची निर्मिती होऊन किलाटनात वाढ होते.

pH मुल्ये कमीं असताना फेरस आयनाचे फेरिक आयनात ऑक्सीकरण करून ते सुद्धा किलाटक म्हणून वापरता येत असल्याने, क्लोरिनीकरण करून खालीलप्रमाणे ऑक्सीकरण केले पाहिजे.



$$6\,FeSO_4^{++} . 7\,H_2O + 3\,Cl_2 \rightleftharpoons 6\,Fe^{+++}\,SO_4 + 6\,\bar{Cl} + 42H_2O.$$

आधीच अपशिष्ट जलात अस्तित्वात असलेल्या ऋण आयनांच्यामुळे अम्ल वर्गातील pH ची उपयुक्त व्याप्ति विस्तरित होते आणि घन आयनांमुळे समाक्षारित (basic) वर्गातील pH ची उपयुक्त व्याप्ति विस्तरित होते. म्हणून मृदुजलात अम्ल pH च्या व्याप्तीत ऋण प्रभारित रंगित कलिलांचे उत्तम प्रकारे किलाटन होते आणि क्षारीय जलात धन प्रभारित लोह आणि अल्युमिनम आयतसुद्धा अवक्षेपक रसायने म्हणून चांगली असतात. तुरटीचा उपचार केलेल्या अपशिष्टाचे प्राक् क्लोरिनीकरण केल्यामुळे रंगनिष्कासनात कधीकधी वाढ होते. सूक्ष्म विभाजनित चिकणमाती, उत्प्रेरित सिलिका, बेंटोनाइट अगर अन्य किलाटक सहाय्यक द्रव्ये तुलनेने स्वच्छ पाण्याकरता पुष्कळवेळा वापरण्यात येतात. ह्यातील कोणचेही मिसळल्याने, सिल्व्हर आयोडाइड स्फटिकांनी ढगांचे बीजारोपण करण्याच्या घटनेसारखी घटना घडून येते. या मदतकर्त्यांमुळे, ज्यांच्या भोंवती अवक्षेप जमू शकतील, ज्वालाश्मचयित होतील आणि पुंजके तयार होतील अशा, केंद्रकांची (nucli) तरतूद होते आणि परिणामी घनतेत आणि अवस्थापन वेगात वाढ होते.

कधीकधी अपशिष्ट-जलातील लोह व मँगनीजच्या उपस्थितीमुळे धनायनिक किलाटकांच्या परिणामात वाढ होते. किलाटकातील संकेंद्रणाच्या वाढीमुळे किलाटन प्रक्रियेला बऱ्याच प्रमाणात कमी कालावधी लागतो. तसेच अपशिष्ट जल ढवळण्याने किलाटनात वाढ होते कारण संघट्टकांच्या (collsions) संख्येत वाढ होते आणि पुंजके अधिक जलद तयार होतात.

संदर्भ–

१– फेअर, जी. एम., आणि जे. गेमर, "एलेमेंट्स ऑफ वॉटर अँड वेस्ट वॉटर", न्यू यॉर्क, जॉन बायली अँड सन्स, इन्कॉ. १९५८ पा. ६१६.

२– " केमिकल कोॲग्यूलेशन ऑफ स्युवेज ", रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू., आणि एछ. डब्ल्यू. गेम, स्युवेज वर्क्स जर्नल ८. क्र. २, ३, ४
(मार्च, मे, जूलै १९३६, पा. १९५, ४२२, ५३७, ५४७.

३– रुडॉल्पस, डब्ल्यू., आणि जे. एल. बेलमॅट, " ए सेपरेशन ऑफ स्युवेज कोलाइड्स वुइथ दि एड ऑफ दि इलेक्ट्रॉन मायक्रास्कोप ", स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, २, २४७ (मार्च १९५२).

४– रुडाल्फ्स, डब्ल्यू., आणि एछ. गेम (Gehm), कोलाइड्स इन स्युवेज अँड स्युवेज ट्रीटमेंट : I. ऑकरन्स अँड रोल. ए क्रिटिकल रिव्ह्यू," स्युवेज वर्क्स जर्नल, ११, ५, ७२७ (सप्टेंबर १९३९).





: ११ :

विरघळलेले अकार्बनिक घनपदार्थ काढून टाकणे

अपशिष्टावर उपचारण करणाऱ्या अभियंत्यानी अपशिष्ट-जलांतील विलीन खनिजांच्या निष्कासनाकडे तुलनेने कमी लक्ष दिले आहे, कारण सेंद्रिय द्रव्य आणि तरंगारे घनपदार्थ, यांसारख्या काही अन्य घटकांइतकी खनिजे प्रदूषक आहेत असे मानले जात नाही. तथापि, आपणास जसजशी प्रदूषणाची कारणे आणि परिणाम अवगत होत जातात तसतसे बाहितमल संयंत्रातून नाल्यात वाहू दिल्या जाणाऱ्या अकार्बनिक द्रव्यांच्या प्रकारांची राशी कमी करण्याचे महत्व दिसून येते. क्लोराइडे, फॉस्फेटे, नायट्रेटे व काही विशिष्ट धातू ही, अधिक सामान्य आणि महत्वाच्या विलीन अकार्बनिक घनपदार्थांची उदाहरणे आहेत अपशिष्टांतील अकार्बनिक द्रव्यांचे निष्कासन करण्यासाठी वापरलेल्या पद्धतीतील (१) बाष्पीभवन, (२) अपोहन (dialysis), (३) आयन विनिमय, (४) शेवाळे ह्या आणि (५) इतर विविध पद्धती आहेत.

११-१. बाष्पीभवन-

बाष्पीभवन ही अपशिष्ट जल आपल्या उकळ बिंदू (boiling point) पर्यंत नेण्याची आणि विशुद्ध जलाचे बाष्पन (vaporizing) करण्याची एक पद्धत आहे. शक्ति निर्माण करण्याकरता वाफेचा उपयोग करण्यात येतो अगर ती नंतर संघनित (condensed) करून तापना करता वापरण्यात येते अथवा भोवतालच्या वातावरणात सरळ सोडून देण्यात येते. अवशेषांत खनिज पदार्थ संकेंद्रिणित होतात व निर्मिति-चक्रात पुनः वापरता येण्याइतके घन बनतील आणि त्यांची सहज विल्हेवाट करता येण्याइतके पुरेसे सकेंद्रणित होतील असे करण्यात येतात. किरणोत्सर्गी अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीकरता ही पद्धत वापरण्यात येते आणि कागद गिरण्यांतून अनेक वर्षे सल्फेट-पाक-द्रवाचे इतक्या मात्रेपर्यंत बाष्पीभवन करण्यात आलेले असते की त्याचा पुनरुपयोग करण्याकरता चुल्यात ते परत पाठविता यावे.

बाष्पीभवनाच्या पद्धतीची निवड करताना खालील महत्वाचे घटक विचारात घेण्यात येतात : (१) **अर्थ व्यवस्था (economics)**– बाष्पीभवनास लागणाऱ्या इंधनावरील खर्च भरून निघण्यास पुरे पडेल असे पुनः वापरता येणाऱ्या अवशिष्टाचे मूल्य आहे काय ? (२) **अपशिष्टातील प्रारंभिक विलीन घनपदार्थ,** बदलत्या गुणधर्मांचे घनपदार्थ बाष्पीभवन

खात्रीने होईल इतकें पुरेसे आहेत काय? (३) **पर द्रव्याची राशि व स्वरूप** (character): पोपडे बनतील अगर क्षरण होईल अथवा बाष्पीभवन होताना उष्णतांतरणास (heat transfer) अडथळा आणील असे द्रव्य आहे काय? (४) **प्रदूषणकारी परिस्थिति**: संग्राही (receiving) नाल्यावर खनिजांचा काय परिणाम होईल? उदाहरणार्थ, दाहक सोड्याने मासे मरण पावतात, अल्यूमिनमच्या लवणामुळे उपद्रवी शेवाळे वाढण्यास आरंभ होतो, आणि काही ठिकाणी आधीच अस्तित्वात असलेल्या सेंद्रिय द्रव्यातील जीवाणूंच्या वाढीस चालना मिळते (१), औद्योगिक आणि नागरी कार्यांत वापरल्या जाणाऱ्या लवणामुळे अडथळे येतात; अशी आणखीही अन्य उदाहरणे देता येतील.

ज्या नळ्यांमधून संकेंद्रण अथवा बाष्पन करावयाचे अपशिष्ट वाहते त्या नळ्यांवर वाफेचे संघनन करून आजकाल अनेक बाष्पकांचे तापन करण्यात येत आहे. सामान्यपणे बाफेचा निरपेक्ष दाब द. चौ. इं. स ५० पौंडापेक्षा कमी असतो. वाफेच्या दिशेने किंचितशा निर्वात अवस्थेत बहुतेक बाष्पकांचे परिचालन करण्यात येते, कारण त्यामुळे बाष्पकातून वाफ काढून घेण्याच्या प्रमाणात वाढ होते. जेव्हा निर्वात पद्धतीचा सेंद्रिय द्रव्याच्या विघटनाशी संबंध असतो तेव्हा ती पद्धति वायुमंडलीय बाष्पकांपेक्षा विशेष पसंत असते. अर्थात, अपशिष्ट जलाची वाफेत पाणवणी (priming) होईल इतके जास्त निर्वातन होणार नाही अशी काळजी घेणे आवश्यक असते.

अपशिष्टांच्या बाष्पनांत अनेक समस्या निर्माण होतात बाष्पन होत असताना संकेंद्रणात बदल होणे, फेस येणे, तपमान संवेदनशीलता (temparature sensitivity), पोपडे निर्माण होणे, आणि बाष्पकाच्या रचनेत वापरलेल्या द्रव्यांचे प्रकार यांचा त्यात समावेश असतो.

औद्योगिक अपशिष्टाच्या सकेंद्रणात पोपडे तयार होणे हा सामान्यत: महत्वाचा अडथळा असतो. तापन–पृष्ठ–भागावर जसजशी खरपुडी जमू लागते तसतशी एकूण उष्णतांतरणाच्या गुणांकात घट होत जाते; त्यामुळे काम बंद ठेवून नळ्या स्वच्छ करण्याची गरज निर्माण होईल इतकी कार्यक्षमता कमी होते. खरपुडी जेव्हा कठीण आणि चिवट असते तेव्हा हे कार्य फार जटील बनते.

कांचेचे अस्तर लावलेल्या उपकरणात बाष्पन करून अगर अन्य सोयीस्कर बाष्पक वापरून खळबळून येण्याच्या (ruise) टाकीतून क्रोम, निकेल, आणि तांब्याच्या अम्लप्रकाराच्या मुलामा देण्याच्या अपशिष्टांचे पुनःप्रापण करावे आणि संकेंद्रणित द्रावण मुलामा देण्याच्या व्यवस्थेत परत पाठवावे (१३). उपकरणांची प्रारंभिक किंमत जास्त असते, आणि पुनःप्राप्त

कोष्टक ११-१.

बाष्पकांचे एकूण नमुनेदार गुणांक (५).

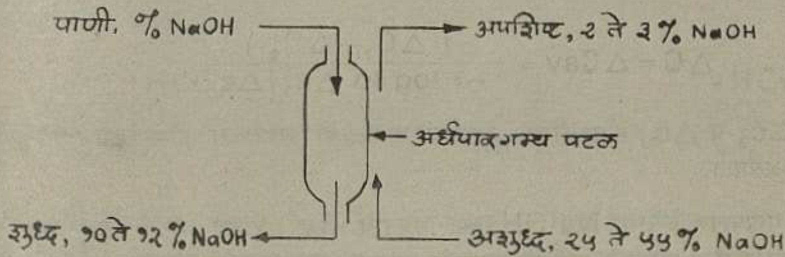
प्रकार	एकूण गुणांक Btu/फूट²/तास/°F
लांब नळयांचे उभे बाष्पक	
स्वाभाविक पुनराभिसरण	२००–६००
वलपूर्वक पुनराभिसरण	४००–२०००
अखुड नळयांतून बाष्पन करणे	
आडवी नळी	२००–४००
कॅलँड्रिया प्रकार	१५०–५००
कुंडलित बाष्पक	
बिक्षुब्ध–पटल बाष्पक,	
न्युटोनियन द्रव श्यानता	
१ सेंटी पॉइज	४००
१०० सेंटी पॉइज	३००
१०००० सेंटी पॉइज	१२०

करावयाच्या रसायनांची राशि आणि मूल्य अधिक बाष्पाचे पुनःप्रापण न केलेल्या उपचारण व्यवस्थेतील परिचालनास येणारा अंदाजी खर्च, ह्या कसोटया उपकरण विकत घेण्याचे समर्थन करण्याच्यावेळी लागू केल्या पाहिजेत.

उष्णन पृष्ठभागामधून (नळीची जाडी) होणाऱ्या बाष्पनाच्या कार्यक्षमतेचा उष्णतांतरण वेगाशी प्रत्यक्ष संबंध असतो. हा वेग दर ताशी ब्रिटिश औष्णिक एककात (Btu/तास) अभिव्यक्त करण्यात येतो. खालील तीन घटकांच्या गुणाकाराइतका हा वेग असतो : एकूण उष्णतांतरण गुणांक, उष्मन पृष्ठ क्षेत्र, आणि अपशिष्ट व वाफ यांच्यामधील तपमानातील एकूण फरक. गणितीय पद्धतीने पुढीलप्रमाणे ते अभिव्यक्त करता येते :

$$q = UA\ (ts - tw) = UA\ \Delta t, \qquad (१)$$

येथे, q हा उष्णतांतरण वेग Btu/तास असतो; U हा एकूण गुणांक Btu/फूट²/तास/F° असतो; A हे उष्मन पृष्ठक्षेत्र फूट² असते; ts हे वाफेच्या संघनकाचे तपमान °F असते. tw हे अपशिष्ट उकळत असतानाचे तपमान °F असते; आणि t = ts—tw हा वाफ आणि अपशिष्ट यांच्या एकूण तपमानातील फरक असतो. को. ११-१ मध्ये निरनिराळ्या प्रकारच्या बाष्पकांकरता U ची नमुनेदार मूल्ये दिली आहेत. अपशिष्टांची श्यानता, पोपडे बनणे आणि परिचालन तापन, यांचा विचार करून स्थूलपणे हे आंकडे अंदाजित केले आहेत. (तपमान अवकल अधिक असले तर अधिकतर गुणांक मिळतात).



आकृति ११–१. नमुनेदार अपोहन प्रवाह आरेख -

११–२. अपोहन (Dialysis)

पटलांमधून आपल्या असमान विसरणाच्या (diffusion) सहाय्याने होणाऱ्या विद्रुतांच्या (solute) विलगनास अपोहन म्हणतात (२, ३, ७, ८, १०, ११, १८, १९, २०, २१, २२, २३). विनिर्मिति–प्रक्रियांत पुनरुपयोगाकरता विशुद्ध द्रावणांचे पुनःप्रापण करण्यासाठी हे सर्वांत जास्त उपयोगी पडते; उदाहरणार्थ, वस्त्र निर्मिती उद्योगातील दाहक सोडा (१४). सुमारे ९६ टक्के अशुद्ध द्रव्ये हेमी सेल्यूलोजच्या स्वरुपात असणाऱ्या विलयापासून (sol) स्फटिकाभाच्या (crystalloid) (Na OH) होणाऱ्या विलगनाचा पुनःप्रापणाशी संबंध असतो. इतर अशुद्ध द्रव्यांत पेक्टीन्स, मेण, आणि रंगांचा अंतर्भाव असतो.

सध्या सुमारे ८ ते १० बाजारी अपोहक उपलब्ध आहेत. अशुद्ध संकेंद्रणित दाहक द्रावण प्रवाहाच्या विरुद्ध ऊर्ध्व दिशेने अनुप्रवाही जलपुरवठ्यात सोडणे आणि त्यातून एका अर्धपारगम्य पटलाच्या सहाय्याने त्याचे विलगन करणे, ह्या सोप्या तत्वावर ह्या सर्वांचे परिचालन होते (आ. ११–१). पटलातून दाहक सोडा पार होतो आणि अपशिष्टातील इतर अशुद्ध द्रव्यांच्या

मानाने तो अधिक जलद पाण्यात जातो. पाण्यातल्यापेक्षा अशुद्ध द्रावणातील संकेंद्रण नेहमीच जास्त असते; आणि अशुद्ध दाहक द्रावणात पटलामधून प्रवाहित होणाऱ्या पाण्याची प्रवृत्ति ते पातळ करण्याकडे असते. पटलामधून विसरित होणाऱ्या सोडियम हायड्रॉक्साइडची राशि, काल, अपोहीं पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ, संकेंद्रणातील माध्य फरक आणि तपमान, यांच्यावर अवलंबून असते. हे घटक खालील समीकरणाने अभिव्यक्त केले आहेत.

$$Q = KAt(\triangle C) \qquad (२)$$

येथे K हा एकूण विसरण गुणांक आहे, t हा मिनिटात काल आहे, A हे अपोहक पृष्ठाचे क्षेत्रफळ आहे, आणि

$$\triangle C = \triangle Cav = \frac{(\triangle C_1 - \triangle C_2)}{२\text{-}३ \log to \triangle c_1 / \triangle c_2},$$

जेथे $\triangle c_1$ व $\triangle c_2$ हे पटलांच्या माथ्याशी व तळाशी असलेल्या द्रावणाच्या संकेंद्रणातील फरक असतात.

पुनःप्रापण केलेल्या Na OH च्या वजनाचे जेव्हा प्रत्यक्ष गणन केले जाते तेव्हा पटलाचा दर्जा व प्रकार हे सर्वोपरी महत्वाचे असतात असे दिसून येते. खालील समीकरणावरून हे उघड दिसून येईल :

$$W = UA \triangle c \log mean \qquad (३)$$

येथे W हे एकक कालात (ग्रॅम/मिनिट) पटलातून जाणाऱ्यां द्रव्याचे वजन असते, U हा अपोहकाचा एकूण गुणांक असतो, आणि $\triangle c$ log mean ही पटलाच्या ($\triangle cav$) बाजूवरील लघुगणकीय (logarthamic) माध्य संकेंद्रण–प्रवणता (gradient) असते. तसेच

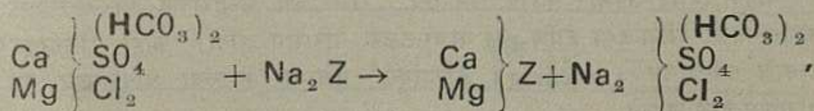
$$\frac{१}{u} = \frac{१}{u_1} + \frac{१}{u_2} \text{ असतो.}$$

येथे u_1 हा सें. मी./मि. एकत्रित फिल्म-रोध (film resistance) असतो व u_2 हा सें. मी./ मि. त पटल रोध (membrance resistance) असतो. प्रत्येक पडद्यातील (diaphragm) पटलरोध u_2 वेगळा असल्याचे दिसून येते. सच्छिद्र पटलांची वैशिष्ठ्ये निर्बंधात्मक असण्याची कारणे, विलय, विलयक, आणि पटल, यांच्या दरम्यानची यांत्रिकी चाळणक्रिया व भौतिकीरासायनी (physiochemical) अन्योन्यक्रिया (interaction) अशी

दोन्हीही असतात. आजकाल वापरण्यात येत असलेली प्रमुख पटले, सेल्यूलोज नायट्रेड, चर्मपत्र (parchment), आणि सेलोफेन ही आहेत.

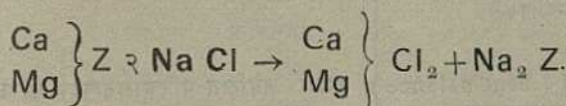
११-३. आयन विनिमय– (Ion exchange)

रेझीनयुक्त द्रव्यातील सोडियम अगर हायड्रोजन आयनांच्याकरता अपशिष्ट जलातील काही अनिष्ट धनायनांच्या व ऋणायनांच्या विनिमयाची आयन विनिमय ही मूलभूत प्रक्रिया असते. नैसर्गिक व कृत्रिम अशा दोन्हीही रेझीनांना सामान्यत: **झिओलाइट्स** म्हणतात. घरगुती पाणीपुरवठ्यातील काठिण्य कमी करण्याकरता आयनविनिमय कार्यपद्धतीचा प्रथम विकास करण्यात आला, परंतु धातूवर मुलामा देण्यातील अपशिष्टासारख्या औद्योगिक अपशिष्ट जलावर उपचार करण्याकरताही ती अलिकडे वापरण्यात येत आहे. मृदुकरण प्रक्रिया खालील प्रमाणे दिग्दर्शित करता येते :



$$\left.\begin{matrix} Ca \\ Mg \end{matrix}\right\} \left\{\begin{matrix} (HCO_3)_2 \\ SO_4 \\ Cl_2 \end{matrix}\right. + Na_2Z \rightarrow \left.\begin{matrix} Ca \\ Mg \end{matrix}\right\} Z + Na_2 \left\{\begin{matrix} (HCO_3)_2 \\ SO_4 \\ Cl_2 \end{matrix}\right. ,$$

येथे Z हे झिओलिटिक मूलकाचे (radical) चिन्ह आहे. जेव्हा झिओलाइटच्या संस्तराची मृदुजल निर्माण करण्याची क्षमता संपुष्टात येते तेव्हा मृदुकारक कामातून तात्पुरता काढून घेण्यात येतो, नंतर साफ करण्याकरता आणि संस्तराचे पुनः जलीय संस्तरण करण्याकरता त्याचे प्रतिधावन (back washing) केले जाते व नेहमीच्या मिठाच्या द्रावणाने त्याचे पुनर्जनन करण्यात येते; मिठामुळे कॅल्शियम आणि मॅग्नेशियम विद्राव्य क्लोराइडच्या स्वरूपात निष्कासित होतात व त्याचवेळी मूळ अवस्थेप्रत झिओलाइट आणण्यात येते; ह्या आणि अतिरिक्त लवणांपासून ते खळबळून मुक्त करण्यात येते; आणि नंतर मृदुकारक कार्यान्वित करण्यात येतो. प्रक्रिया खालीलप्रमाणे निदर्शित केली जाते.



$$\left.\begin{matrix} Ca \\ Mg \end{matrix}\right\} Z \; २ \; Na\,Cl \rightarrow \left.\begin{matrix} Ca \\ Mg \end{matrix}\right\} Cl_2 + Na_2Z.$$

आयन विनिमय हे अपशिष्टावरील उपचारणाचे साधन म्हणून पाण्याच्या मृदुकरणाच्या रूढ पद्धतीची केवळ एक नूतन प्रयुक्ति आहे. जर योग्य मार्गाचा अवलंब केला तर द्रव्याच्या व पाण्याच्या संधारणाकरता (conservation) त्यात फार मोठी क्षमता आहे.

उदाहरणार्थ, धातूवर मुलामा देण्यातील अपशिष्टाच्या उपचारात (१३) विशिष्ट प्रयुक्तीकरता निवडलेल्या धनायनिक व ऋणायनिक रेझीनांच्या संस्तरातून खळबळण्याचे पाणी सोडण्यात येते आणि नंतर खळबळण टाकी मधून आयनीकरण नाहीसे केलेल्या पाण्याचे पुनर्भ्रमण (recycling) करण्यात येते क्रोमिक अम्ल द्रावणांतून संदूषक धातूंचे (१३) निष्कासन करण्याकरता अखंड परिचालन तत्वावर (continuous basis) ही पद्धत लागू करावी. त्यामुळे प्रक्रिया टाकीत शुद्ध क्रोमिक अम्लाचे द्रावण परत जाते. निकेल आणि तांब्याचा मुलामा देण्याच्या द्रावणांच्या बाबतीत, संदूषक धातु आणि ज्यावर मुलामा द्यावयाचा ती धातु, ह्या दोन्हीही धनायनिक असतात, आणि म्हणून त्या सर्व काढून घेण्यात येतात. जर कार्यवाहीचा उद्देश धातूंचे पुनःप्रापण हा नसेल तर आयन विनिमय ही केवळ संकेंद्रण पद्धति होईल व पुनर्जनित द्रावणावरील उपचारणाकरता काही साधने हुडकावी लागतील.

रेझिनांच्या संस्तरांच्या पुनर्जननाकरता वापरल्या जाणाऱ्या रसायनांवरही त्यांची विल्हेवाट करण्यापूर्वी विशेष उपचार करावे लागतात. रेझिनांच्या संस्तरांच्या परिचालनावर आणि कार्यक्षमतेवर सेंद्रिय द्रव्य आणि pH यांचा ठळक परिणाम होतो; काही रेझिनांतून सेंद्रिय द्रव्याचे अपक्षालन (leaching) झाल्यामुळे मुलामा दिलेल्या धातूंच्यावर हानिकारक परिणाम होऊ शकतो.

जेंव्हा सर्वोत्तम दर्जाच्या पाण्याची आवश्यकता असते तेव्हा विखनिजीकरण (आयन विनिमय) अत्यंत उपयुक्त होते पण त्यात गुंतागुंतीच्या रासायनिक प्रक्रियांचा संबंध येतो; आणि म्हणून सर्व वेळी त्यांचे परिचालन व अधीक्षण काळजीपूर्वक केले पाहिजे. शिवाय कर्मचारी व उपकरणे यांना धोका असणाऱ्या रसायनांचा आयनविनिमय कार्यपद्धतीत कधीकधी उपयोग करण्यात येतो. बाष्पकाऐवजी आयनविनिमय व्यवस्थेची निवड करण्यापूर्वी ह्या गोष्टींचा विचार केला पाहिजे; कारण, जेव्हा प्रवाह मंद असतो तेव्हा असणाऱ्या परिस्थिती-सारख्या काही उदाहरणांत, बाष्पकसुद्धा काटकसरीचे होत नाहीत. सामान्यतः अपोहनाला खर्च कमी येतो आणि जेव्हा विशुद्ध संयुगाचे पुनःप्रापण अनिवार्य ठरते तेव्हा ते बाष्पन आणि आयनविनिमयाशी स्पर्धा करू शकते.

संयंत्राचे ताप संतुलन (heat balance) आणि अपेक्षित परिचालनाच्या परिस्थितीचे काटेकोरपणे मूल्यांकन केल्यानंतरच बाष्पनाचा वापर करावयाचे का विखनिजीकरण करावयाचे याचा निर्णय बुद्धिपूर्वक घेता येईल (१७). हे घटक, तसेच परिचालनास लागणारा खर्च यांचा विचार या दोन्हीपैकी कोणच्या एका व्यवस्थेला लागणाऱ्या भांडवली खर्चाच्या अनुषंगाने केला पाहिजे.

११–४. शेवाळे–

नायट्रोजन, फॉस्फरस, पोटॅशियम, क्लोराइड, कॅल्शियम आणि मॅग्नेशियम यांच्यासारख्या खनिजांचा, आपल्या चयापचयात्मक (metobolic) प्रक्रियात, शेवाळे उपयोगी ठरते. अपशिष्ट-जलांतून खनिजांचे निष्कासन करण्याकरता शेवाळ्याचा वापर करणे अद्यापि प्रयोगावस्थेत आहे आणि बहूतेक अन्वेषणे वाहितमलाच्या नि:स्त्रावावर करण्यात आली आहेत.

कोष्टक ११–२.

हिरव्या शेवाळ्याची मूलघटनात्मक (elemental) रचना (कॉसच्या मते) (९).

मूल घटक		शुष्क वजन, %	
क्लोरेला			
	कार्बन	५१.४	– ७२.६
	हायड्रोजन	७.०	– १०.९
	ऑक्सिजन	२८.५	– ११.६
सेनेडेस्मस			
	नायट्रोजन	७.७	– २.२
	फॉस्फरस	२.०	– १.०
	सल्फर	०.३९	– ०.२८
	मॅग्नेशियम	०.८०	– ०.३६
	पोटॅशियम	१.६२	– ०.८५
	कॅल्शियम	०.०८	– ०.००५
	लोह	०.५५	– ०.०४
	जस्त	०.००५	– ०.०००६
	तांबे	०.००४	– ०.००१
	कोबाल्ट	०.००३	– ०.००००००३
	मॅंगेनीज	०.०१	– ०.००२

कोष्टक ११–३.

मॅसॅच्युसेट्स मधील सरोवरे आणि तलांवातील सायनोफीसी आणि क्लोरोफीसीची उपस्थिति (occurrence) (२४).

रासायनिक विश्लेषण, ppm		अनेकवेळा १०००/सें.मी.^{3} च्या पेक्षा जास्त		१००/सें.मी.^{3} पेक्षा कमी	
		सायनो फीसी	क्लोरो फीसी	सायनो फीसी	क्लोरो फीसी
रंग	०–३०	२	२	११	०
	३०–६०	२	२	३	१
	६०–१००	३	१	७	२
	१०० पेक्षा जास्त	०	०	१	१
क्लोराइडे (नेहमीपेक्षा जास्त)	०	२	१	३	१
	०.१–०.३	१	१	१०	५
	०.४–२.५	१	०	९	६
	२.५ पेक्षा जास्त	३	३	०	०
काठिण्य	०.५	०	०	६	४
	५.१०	२	१	१०	५
	१०.२०	२	१	५	२
	२० पेक्षा जास्त	३	३	१	१
अल्युमिनॉइड अमोनिया (विलीन)	०–०.१००	०	०	४	३
	०.१ – ०.१५	०	०	६	४
	०.१५–०.२०	२	२	७	३
	०.२० पेक्षा जास्त	५	३	५	२
मुक्त अमोनिया	० – ० ०१	०	०	१०	४
	०.०१–०.०३	०	०	८	५
	०.०३–०.१०	३	२	४	३
	०.१ पेक्षा जास्त	४	३	०	०
नायट्रेट्स	० – ०.५	१	०	१२	६
	०.०५–०.१०	३	२	१०	६
	०.१०–०.२०	१	०	०	०
	०.२० पेक्षा जास्त	२	३	०	०

लेखकाच्या प्रयोग शाळेत (६) केलेल्या अशा एका अभ्यासात उपनगरी गृह-विकास उपचार-संयंत्राशी संबंध आला होता आणि त्यात प्राथमिक अवसादन, ठिबकणारे निस्यंदन, आणि स्थिरीकरण-कुंडांचा उपयोग केला होता. अवसादन आणि निस्यंदन करून जरी फॉस्फरसचे काहीही निष्कासन झाले नसले तरी कुंडातील शेवाळयाच्या सक्रीय वाढीमुळे फॉस्फेटचा अंश सुमारे ४२ टक्क्याइतका कमी झाला. अन्य खनिजांच्या संकेंद्रणाचे मापन केले नव्हते. स्थिरीकरण कुंडातील अतिसक्रिय शेवाळयाचे ऑस्वॉल्डने **क्लोरेला** आणि सेंडेस्मस असे वर्णन केले आहे, कारण ते अत्यंत कणखर असतात. ह्या दोन शेवाळयांच्या प्रकारांकडून न होणाऱ्या खनिजांच्या स्थिरीकरणाच्या सप्रमाणतेकरता (validity) क्रॉसने (९) त्यांच्या मूळ घटनात्मक रचना को. ११–२ मध्ये सादर केल्या आहेत.

को. ११ २ मधील शेवाळयुक्त रचनेवरून ज्या कोणच्याही द्रावणात शेवाळे वाढते त्यातून खनिजे किती प्रमाणात ग्रहण केली जातात ते दिसून येते वस्तुतः शेवाळयाचे अखंड होणारे प्रकाश-संश्लेषण (photo synthesis) त्याच्या संभाव्य वाढीस पुष्टी देण्यास पुरेसे होईल अशा वेगाने बऱ्याच कालपर्यंत ही अकार्बनिक संयुगे पुरविण्याकरता (अपशिष्टजल) संवर्धन माध्यमात (culture medium) असलेल्या क्षमतेवर प्रत्यक्षपणे अवलंबून असते. अकार्बनिक पोषकांच्या उपलब्धतेवर, तसेच अस्तित्वावर, उद्ग्रहण (uptake) (आणि म्हणून शेवाळयाची वाढ) अवलंबून असते असा पुरावा मिळतो. म्हणून पोषकाच्या अविलेयता व कलिल वैशिष्ठयांच्यामुळे शेवाळयाच्या वाढीत अडथळा येतो; अपशिष्ट-जलातील काठिण्य त्याला सहाय्यभूत होते. मॅसॅच्युसेट्समधील सरोवरे व तलाव यांच्यावर १९०० साली केलेल्या सांख्यिकी अभ्यासावरून असे दिसून आले कीं, कठीण जलाच्या पुरवठ्यातून मृदुजलातल्या-पेक्षा शेवाळयाची जास्त संख्या उपलब्ध झाली (को. ११–३). बोगनने (४) वॉशिंग्टन, सिएॅटल येथील वाहितमलावर तृतीयक (tertiary) उपचारणाची तरतूद करून फॉस्फरसचा उपयोग करून घेण्याच्या शेवाळयाच्या क्षमतेचा उपयोग केला होता. ह्या उपचारात शेवाळयाची सक्रियता व चुना, या दोन्हीचा वापर करण्यात आला आणि दुय्यम वाहितमल संयंत्रातील निःस्रावामधून ९० टक्कयापेक्षा जास्त फॉस्फरस काढून टाकण्यात आला

११–५. विविध पद्धती -

अपशिष्ट जलातील काही अकार्बनिक द्रव्ये काढून टाकण्याकरता रासायनिक अवक्षेपण अगर रासायनिक किलाटनाचा उपयोग करण्यात आला आहे. उदाहरणार्थ, काही परिस्थितीत, अपशिष्ट-जलावर कॅल्शियम हायड्रॉक्साइडचा उपयोग करणे, नायट्रोजन आणि फॉस्फरस काढून टाकण्यात, उचित प्रमाणात परिणामकारक होते. विभिन्न किलाटकांचे सतत प्रयोग करणे आवश्यक आहे आणि ते कार्य लेखकाकडून सध्या चालू आहे.

संदर्भ–

१– अॅम्बर्ग, एछ. आर, "दि इफेक्ट ऑफ न्यूट्रिअंट्स अपॉन दि रेट ऑफ स्टॅबिलायझेशन ऑफ स्पेंट सल्फाइट लिकर इन रिसीव्हिंग वॉटर्स," रासायनिक अभियंत्यांच्या अमेरिकन संस्थेची कार्यवाही, ८०, क्र. ८२१ (आक्टोबर १९५५).

२– मेरिल जी. आर., ए. आर. मॅकॉमर, आणि एछ. आर. मॅन्स्वर्जर, "अमेरिकन कॉटन हँडबुक," २ री आवृत्ति, १९४९

३– बॅसेट, एछ. पी., "सुपर फिल्ट्रेशन बाय डायलायसिस," केमिकल अँड मेटॅलर्जिकल इंजिनिअरिंग, ४२, ५, २५४ (मे १९३८).

४– बोगन, आर. एछ, "पायलट प्लँट इव्हॅल्युएशन ऑफ ए टर्शरी स्टेज ट्रीटमेंट प्रोसेस फॉर रिमूव्हिंग फॉस्फरस फ्रॉम स्युवेज," सिअॅटल शहराकरता तयार केलेला अहवाल, डिसेंबर १९५९.

५– ब्राऊन, जी. जी. आणि इतर, **यूनिट ऑपरेशन्स**, न्यूयॉर्क, जॉन वायली अँड सन्स, इन्कॉ, १९५०, पा. ४८४.

६– ब्रायसन, जे सी, "कंट्रोल ऑफ अल्गी थ्रू फॉस्फेट कंट्रोल," अप्रसिद्ध अहवाल, सायरॅक्यूज विश्वविद्यालय, सप्टेंबर १९६१.

७– ईनॉन, डी. जे, जर्नल, सोसायटी ऑफ दि कैमिकल इंडस्ट्री. ५२, २४, १७७ T, (जून १९३३).

८– कर्क, आर. ई, आणि डी. एफ, ऑथमर," एन्सायक्लोपीडिया ऑफ केमिकल टेक्नॉलजी," न्यूयॉर्क, इंटरसायन्स पब्लिकेशन्स इन्कॉ १९५०, पा. ५.

९– क्रॉस, आर. डब्ल्यू.," फोटोसिंथेसिस इन दी अल्गी," इंडस्ट्रियल अँड इंजिनिअरिंग केमिस्ट्री, ४८, ९, १४४९ (सप्टेंबर १९५६).

१०– ली, जे. ए., **"केमिकल अँड मेटॅलर्जिकल इंजिनिअरिंग,"** ४२, ९, ४८३ सप्टेंबर १९३५,.

११– लोवेट, एल. ई., ट्रॅन्झॅक्शन्स इलेक्ट्रो केमिकल सोसायटी, ७३, १६३ (एप्रिल २७ १९३८).

१२– मॅक कॅब, डब्ल्यू , एल., आणि जे. सी. स्मिथ, "युनिट ऑपरेशन्स ऑफ केमिकल इंजिनिअरिंग," न्यूयॉर्क, मॅक् ग्रॉ हिल बुक कं. इन्कॉ., १९५६ पा. ५३०.

१३– "मेथड्स फॉर ट्रीटिंग मेटल फिनिशिंग वेस्ट्स," ओहायओ नदीघाटी जलस्वास्थ्य आयोग (जानेवारी १९५३, पा ५८.

१४– नेमेरी, एन. एल., आणि डब्ल्यू. आर स्टील, "डायलायसिस ऑफ कॉस्टिक टेक्स्टाइल वेस्ट्स," दहाव्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय" (मे १९५५, पा. ७४–८१.

१५– नॉर्डेल, एस्केंल, "वॉटर ट्रीटमेंट" न्यूयॉर्क : रिन्होल्ड पब्लिशिंग कार्पोरेशन, १९५१, पा. ३४१.

१६– ऑस्वॉल्ड, डब्ल्यू. जे., "फंडामेंटल फॅक्टर्स इन ऑक्सिडशन पॉंड डिझाइन," जीवरसायनी अपशिष्ट उपचारण संमेलन, लेख क्र. ४४, मॅनहटन महाविद्यालय, एप्रिल, २०-२२, १९६०.

१७– पॉवेल, शेपर्ड, टी.," वॉटर कंडिशनिंग फॉर इंडस्ट्रीज," न्यूयॉर्क : मॅक् ग्रॉ हिल बुक कं. इन्कॉ., १९५४, पा. २१४.

१८– रोटमन, ई. टी., "व्हिस्कोज रेयॉन मॅन्युफॅक्चरिंग वेस्ट्स अँड देअर ट्रीटमेंट," वॉटरवर्क्स अँड स्युवेज, ९१, ८, २९५ (ऑगस्ट १९४४).

१९– रॉटमन, ई. टी., "सदर्न पॉवर अँड इंडस्ट्री," ६२, ८, ८६ (ऑगस्ट १९४४).

२०– रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू. स्युवेज वर्क्स जर्नल ९, ६, ९९८, (नोव्हेंबर १९३७).

२१– "टेक्स्टाईल वेस्ट्स – ए रिव्ह्यू," न्यू इंग्लंड, आंतर राज्य जल प्रदूषण नियंत्रण आयोग, ३ डिसेंबर, १९५०

२२– कॅसी, एछ. डब्ल्यू , यू. एस. पेटंट २२२६, ३३७, १९४०.

२३– व्हॉलब्रॅथ, एछ. बी.," ॲप्लाइंग डायलायसिस टू कोलॉइड–क्रिस्टलॉइड सेपरेशन्स," केमिकल अँड मेटॅलर्जिकल इंजिनिअरिंग, ४३, ६, ३०३ – ३०६ (जून १९३६).

२४– व्हिपल, जो. सी," मायस्कॉपी ऑफ ड्रिंकिंग वॉटर," न्यूयॉर्क : जॉन बायली अँड सन्स, इन्कॉ., १९४८, पा. २१४–२१५.



: १२ : विरघळलेले सेंद्रिय घनपदार्थ काढून टाकणे

अपशिष्ट जलांतून विलीन सेंद्रिय द्रव्य काढून टाकणे ही अपशिष्ट अभियंत्याने करावयाच्या महत्वाच्या कामगिऱ्यांपैकी एक असते, परंतु दुर्दैवाने ती अत्यंत अवघडांपैकी एक आहे. सामान्यतः अपशिष्टावरील उपचाराच्या ह्या अवस्थेकरता जैवी पद्धती अतिशय परिणामकारक ठरल्या आहेत, कारण अपशिष्टांतील सेंद्रिय द्रव्य गट्ट करून टाकण्यात जीवाणू निष्णात असतात आणि जीवाणुविषयक कार्यक्षमता जितकी जास्त असेल तितके जास्त सेंद्रिय द्रवाचे अपचयन (reduction) होते. तथापि, सूक्ष्म जीव, पर्यावरण परिस्थितीतील फरकांच्या संबंधात, फार लहरी (temperamental) व संवेदनशील असतात. बहुतेक जीवाणूंच्यावर प्रभाव पाडणारे मुख्य घटक, तपमान, pH, ऑक्सिजन तणाव (ऑक्सिजनच्या संकेंद्रणाची पातळी), विषाक्त तत्वे अथवा संयुगे आणि भोवतालच्या माध्यमातील अन्नाचा गुणधर्म व राशि (सेंद्रिय द्रव्य), हे असतात. म्हणून इष्ट अशा विशिष्ट जैवी जातींच्या बहूप्रसवनाकरता (proliferation) अनुकूलतम पर्यावरणी परिस्थिती आणणे ही अभियंत्याची जबाबदारी असते.

जैवी उपचाराचे अनेक प्रकार आहेत आणि विशिष्ट प्रकारच्या अपशिष्ट जलाकरता एकाची प्रयुक्ति केली जाते. सेंद्रिय द्रव्यावरील उपचारणाच्या काही विशेष कार्यपद्धती खाली दिल्या आहेत :

(१) ऑक्सिकरण कुंडांतील खांजणीकरण (Lagooning)
(२) उत्प्रेरित अवमल उपचारण
(३) सुधारित वातन
(४) विसर्जित - वृद्धि (dispersed growth) वातन
(५) जीवाणु अवशोषण
(६) उच्चगति वातजीवी उपचारण (संपूर्ण ऑक्सीकरण)
(७) ठिबकणारे निस्यंदक
(८) फवारणी सिंचाई
(९) आर्द्र ज्वलन

(१०) वात निरपेक्ष उपचारण (digestion)

(११) निर्वातन (cavitation) योजना

(१२) खोल विहीरीतील अंतःक्षेपण (injection).

१२–१. खांजणीकरण (Lagooning) –

सेंद्रिय द्रव्यांचा, तसेच अपशिष्ट जलांचा निरास करण्याचे ऑक्सिजन कुंडात खांजणीकरण करणे हे सामान्य साधन आहे. उपचाराच्या ह्या पद्धतीवर फारच थोडे संशोधन झाले आहे. उद्योगातील आपल्या अपशिष्टविषयक समस्येतून सुटका करून घेण्याची एक कार्यपद्धति म्हणून ह्या पद्धतीचा प्रथम विकास झाला संयंत्राच्या शजारी एका क्षेत्रात खोदकाम करून त्यात एका टोंकाजवळ अपशिष्ट जले वाहून अगर पंप करून दुसऱ्या टोंकातून ती संग्राही नाल्यात सोडून देण्यात आली. जागा किती उपलब्ध आहे, साठवण काल किती असणे इष्ट आहे व किती लागणार आहे, ह्यांवर खांजणांची खोली अवलंबून असते. खोलीच्या जैवी कार्यक्षमतेवर पडणाऱ्या प्रभावाकडे सुरवातीस फार कमी लक्ष दिले जात होते. वास्तविक, विलेय सेंद्रिय द्रव्याचे अपचयन सामान्यतः अपेक्षित नसे, किंबहुना ते वांछितही नसे, कारण ते गृहीत धरले जात असे आणि सेंद्रिय द्रव्याच्या अवक्रमणामुळे (degradation) ऑक्सिजनचे रिक्तिकरण (depletion) होते व त्याबरोबरच दुर्गंधीचा उपद्रव होतो असे मानणे संयुक्तिक ठरत असे. म्हणून अवमल खाली बसण्यासाठी आणि प्रवाहाचे समानीकरण करण्यासाठीच फक्त खाजणांचा उपयोग केला जात होता. परंतु आता खांजणांतील सेंद्रिय द्रव्याच्या स्थिरीकरणासंबंधी आधुनिक तंत्रामुळे नवीन उपपत्त्या लावण्यात येत आहेत.

आपल्याला माहीत आहे कीं, कुंडातील अपशिष्टांचे स्थिरीकरण अगर ऑक्सीकरण अनेक स्वाभाविक स्वयंशुद्धीच्या घटनांचा परिणाम असतो. त्यातील अवसादन हा पहिला टप्पा असतो. कुंडातील अंतःस्त्रवणांच्या (influents) सभोवतालच्या क्षेत्रावर अवसादनशील घनपदार्थ निक्षेपित होतात (deposited); अंतःस्त्रवणाच्या अभिकल्पनेवर क्षेत्राचा आकार अवलंबून असतो. विरघळणाऱ्या लवणांच्या क्रियेमुळे काही तरंगणारे आणि कलिल द्रव्य अवक्षेपित होते (precipitated) आणि नंतर सूक्ष्म जीवांच्यामुळे होणाऱ्या परिणामी अवसादाच्या विघटनामुळे (decomposition) त्यांचे निष्क्रिय अवशेषांत व विलेय सेंद्रिय पदार्थांत परिवर्तन होते नंतर आपल्या चयापचयात्मक प्रक्रियांकरता अन्य सूक्ष्म जीवाणूंना आणि शेवाळयांना ह्यांची गरज लागते.

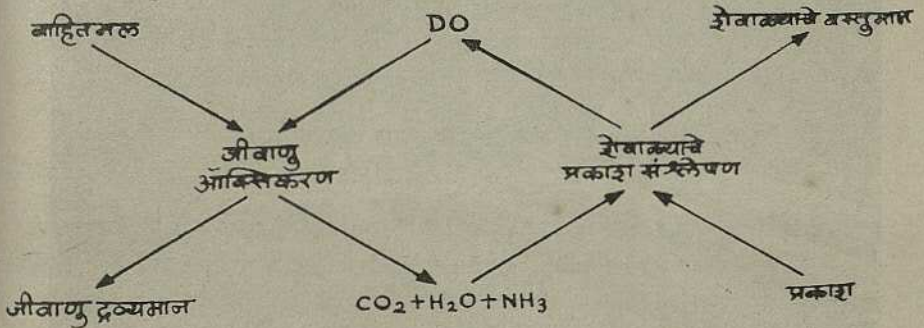
कोष्टक १२–१.

वाहितमलातील सेंद्रिय घटकांचे जैवी अवक्रमण–

विघटन होत असलेला पदार्थ	अणुजीवी एझाइम्सचा प्रकार	अंतिम उत्पादन	
		वातनिरपेक्ष विघटन (anaerobic)	वातजीवी विघटन (aerobic)
प्रथिने	प्रोटिनेज *	अमिनो अम्ले अमोनिया हायड्रोजन सल्फाइड मीथेन कार्बन डायऑक्साइड हायड्रोजन अल्कोहोल सेंद्रिय अम्ले फेनॉल इंडॉल	अमोनिया, नायट्राइट्स नायट्रेट्स हायड्रोजन सल्फाइड, सल्फ्युरिक अम्ल अल्कोहोल सेंद्रिय अम्ले कार्बन डाय ऑक्साइड पाणी
कार्बोहायड्रेट्स	कार्बोहायड्रेट्स *	कार्बन डाय ऑक्साइड हायड्रोजन अल्कोहोल्स चरबीयुक्त अम्ले	अल्को-होल्स चरबीयुक्त अम्ले कार्बन डाय ऑक्साइड पाणी
लिपिड्स (चरबी)	लिपेज *	चरबीयुक्त अम्ले, कार्बन डाय ऑक्साइड हायड्रोजन, अल्कोहोल	चरबीयुक्त अम्ले व ग्लिसरॉल अल्कोहोल, कार्बनडाय ऑक्साइड पाणी

एन्झाइम्सचे प्रकारच फक्त. ह्या अवक्रमणात इतरांवारी एन्झाइम्सचा उपयोग करावा लागणे शक्य आहे.

सेंद्रिय द्रव्याचे विघटन हे वातजीवी (मुक्त ऑक्सिजनच्या उपस्थितीत जगणारे) अथवा वातनिरपेक्ष (मुक्त ऑक्सिजनच्या अनुपस्थितीत जगणारे) अशा दोन्हीही अणुजीवांचे (micro-organisms) कार्य असते. प्रदूषण भार अति उच्च असणाऱ्या अथवा तळाशी ऑक्सिजनचे अस्तित्व राहणार नाही इतक्या खोल कुंडात एकाचवेळी दोन्हीही प्रकारच्या अणुजीवांकडून सेंद्रिय द्रव्याच्या विघटनाचे सक्रिय कार्य होत असते. अनाग्रही (facultative) वातनिरपेक्ष या नांवाने ज्ञात असलेल्या तिसऱ्या प्रकारच्या अणुजीवांत वातजीवी अथवा वातनिरपेक्ष अशा दोन्हीही परिस्थितीत वाढ होण्याची क्षमता असते, आणि वातजीवी व वातनिरपेक्ष अवस्थांच्या दरम्यान असणाऱ्या संक्रमण (transition) विभागातील अपशिष्टांच्या विघटनास त्यांची मदत होते. सेंद्रिय द्रव्याचे संपूर्ण ऑक्सीकरण वातजीवी अणुजीवांमुळे होत असल्याने वातजीवी परिस्थिती टिकून राहणे इष्ट असते लिंबवर्गांच्या, खाटिक खाना व काही विशिष्ट कागद गिरण्यातील अपशिष्टांवर उपचार करण्याकरता वातनिरपेक्ष किण्वन (fermentation) प्रभावी झाले आहे. या उलट दुग्धव्यवसाय, सूतधंदा, यांतील व अन्य सेंद्रिय अपशिष्टांकरता वातजीवी जीवाणू अत्यंत परिणामकारक ठरले आहेत.

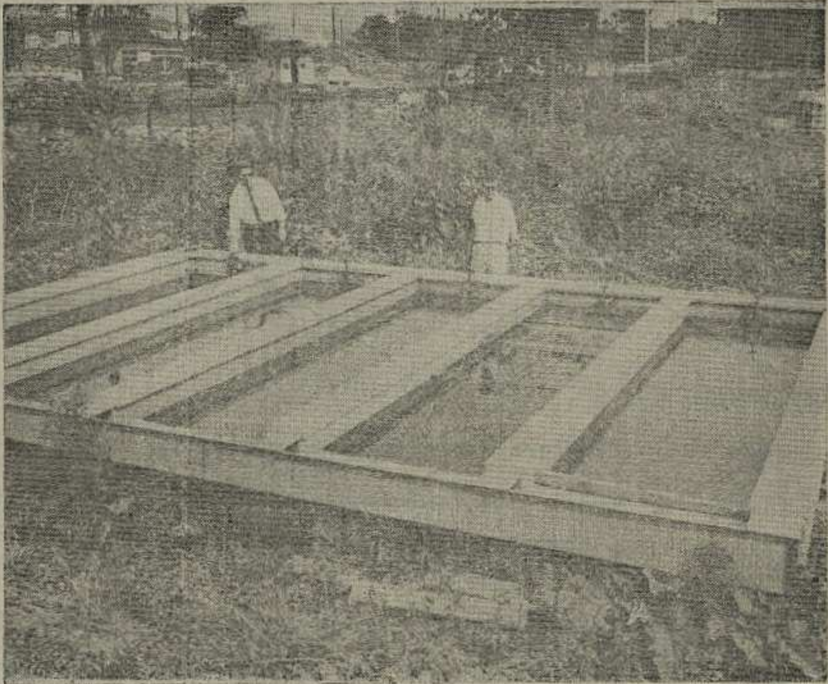


आकृति १२–१. स्थिरीकरण कुंडातील शेवाळचाची भूमिका (१).

वाहितमलातील सेंद्रिय घटकांच्या अणुजीवी (microbrial) अवक्रमणाची स्थूल योजना को. १२–१ मध्ये दाखविली आहे. तसेच या कोष्टकात वातजीवी व वातनिरपेक्ष विघटनांतील फरकही दाखवून दिला आहे.

नैसर्गिक संतुलित वनस्पति-प्राणिचक्र (plant-animal cycle) शेवाळचाकडून पूर्ण होत असल्याने स्थिरीकरण कुंडातील शेवाळचास फार महत्व असते. मोसमी असो अगर नित्याकरता असो, शेवाळचाकडून CO_2, सल्फेटे, नायट्रेटे, फॉस्फेटे, पाणी, आणि सूर्यप्रकाश, यांचा वापर आपल्या स्वतःच्या कोशीय (cellular) द्रव्याच्या संश्लेषणाकरता करण्यात येतो

व त्यातून अपशिष्ट द्रव्य म्हणून मुक्त ऑक्सिजन निर्माण होतो. कुंडातील पाण्यात विरघळलेला हा ऑक्सिजन जीवाणू आणि अन्य अणुजीवांना आपल्या चयापचयी प्रक्रियांकरता उपलब्ध होतो. ह्या प्रक्रियांत, कुंडातील सेंद्रिय द्रव्याचे श्वसन (respiration) आणि अवक्रमण, यांचा अंतर्भाव असतो. म्हणून ज्यात (अ) अणुजीव पाण्यात विरघळलेल्या ऑक्सिजनचा उपयोग करतात व (आ) सेंद्रिय अपशिष्ट द्रव्याचे CO_2, H_2O, नायट्रेटे, सल्फेटे, फॉस्फेटे, यांच्यासारखी अपशिष्ट द्रव्ये निर्माण करण्याकरता, विघटन होते, व (इ) त्याचा प्रकाश संश्लेषणात अनुपचारित द्रव्ये म्हणून शेवाळयाकडून उपयोग केला जातो, आणि (ई) त्यामुळे उच्च कार्यक्षमतेत अणुजीव कार्यान्वित व्हावा म्हणून घटित ऑक्सिजनचा पुरवठा पुनः होतो व वातजीवी परिस्थिती टिकून राहते, असे हे चक्र पूर्ण केले जाते (आ. १२-१ पहा).



आकृति १२-२. त्वरित ऑक्सीकरण करण्यात येणाऱ्या प्रायोगिक-संयंत्र द्रोण्या (२१).

तथापि, जेव्हा शेवाळयाचा नाश होतो तेव्हा कुंडावर दुय्यम सेंद्रिय भारण लागू होते. त्याच्या या उणीवेचा उल्लेख करणे आवश्यक आहे. दुसरा तोटा मोसमी असतो. तो म्हणजे हिवाळयात शेवाळयाचा प्रभाव कमी पडतो.

हिवाळयातील महिन्यांत बर्फ व हिम आवरणामुळे स्थिरीकरण प्रक्रियेत खालील अडथळे येतात :

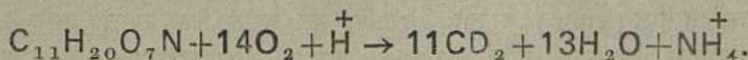
१) कुंडात सूर्यप्रकाशाच्या प्रवेशास प्रतिबंध होतो व त्यामुळे विद्यमान शेवाळयाचा आकार आणि संख्येत घट होते. सूर्यप्रकाशाच्या अभावामुळे शेवाळयाचा आवश्यकतया नाश होतोच असे नाही, (अनाग्राही रासायनी-कार्ब पोषी (chemo-organo-trophs) म्हणून ज्ञात असलेल्या शेवाळयाची अंधेरातसुद्धा चयापचयी प्रक्रिया चालू राहते), पण सूर्यप्रकाश नसताना वाढणाऱ्या शेवाळयामुळे फारच थोडा ऑक्सिजन मुक्त होतो अथवा अजिबात मुक्त होत नाही.

२) वाऱ्यामुळे होणाऱ्या मिश्रण आणि पुनर्वातन क्रियेस प्रतिबंध होतो.

३) वातावरण–जलगतिज साम्यक्रियेमुळे (atmosphere water-dynamic equilibrium phenominon) होणाऱ्या पुनर्वातनास प्रतिबंध होतो.

४) जर ही परिस्थिती बराच काळ तशीच टिकून राहिली तर त्याचा परिणाम वातनिरपेक्ष अवस्था निर्माण होण्यात होतो.

ह्या घटकांमुळे हिवाळयात कुंड अगर खांजणाची कार्यक्षमता कमी होण्याची प्रवृत्ति निर्माण होते. वाहितमलाचे ऑक्सीकरण होत असताना उच्चगति कुंडातील प्रक्रियेचे हर्मन आणि ग्लॉयना यांनी खालीप्रमाणे वर्णन केले आहे, आणि खनिजांनी घेतलेल्या भागाकडे दुर्लक्ष केले आहे :



$$C_{11}H_{20}O_7N + 14O_2 + \overset{+}{H} \rightarrow 11CD_2 + 13H_2O + \overset{+}{NH_4}.$$

खांजणांचा प्रथम उपयोग करणाऱ्या उद्योगांपैकी सीलबंद डबे उत्पादनाच्या एका कारखान्यात लवकरच असे आढळून आले कीं वातजीवी परिस्थिति द्रोण्यांत टिकविणे कठीण असते; अशीच परिस्थिती अन्य उद्योगांतही अनुभवास आली. जेव्हा कारखान्यांना असे कळून आले कीं, खांजणात जैवी अवक्रमण घडून येते तेव्हा त्यांनी ऑक्सीकरणास उत्तेजन देण्याचे व ते नियंत्रित करण्याचे प्रयत्न केले, आणि अशा खांजणांना अपशिष्ट–ऑक्सीकरण द्रोण्या असे संबोधण्यात येऊ लागले.

अत्यंत आधुनिक ऑक्सीकरण द्रोण्यांतील पाण्यांची खोली जास्तीत जास्त चार फूट असते व त्या अविरत-प्रवाह तत्वावर चालतात. जैवी ऑक्सीकरण व्हावे म्हणून जवळजवळ उदासीन pH, पर्याप्त ऑक्सिजन संकेंद्रण, आणि पुरेशी पोषक खनीज द्रव्ये द्रोणीत सतत राहतील असा अभियंत्यांचा प्रयत्न असतो. pH मूल्यात बदल करण्यासाठी रासायनिक उदासीनीकारकांचा उपयोग करण्यात येतो आणि अवरोधन काल कमी करून व उथळ द्रोण्या वापरून ऑक्सिजनचे पुरेसे संकेंद्रण राखण्यात येते. जैवी क्रिया जलद होण्यासाठी जरुरीप्रमाणे खनिज-लवण पोषक कधीकधी मिसळण्यात येतात. BOD च्या निष्कासनाची व्याप्ति किमान १० टक्क्यापासून ६० ते ९० टक्क्यांइतकी उच्च असते.

एका संपूर्ण व मनोरंजक अभ्यासात लेखकाने हवेवर आधारित ऑक्सीकरण कुंडावर, दर एकर क्षेत्रातील अपशिष्ट जलात BOD चे १३० पौंड उन्नत भारण असताना त्याच्यावर उपचारण केले. अशी तुलनेने उच्च भारणे असताना BOD त ऑगस्टमधील ८७.७ टक्क्यापासून जानेवारीत ५३ टक्क्यापर्यंतच्या व्याप्तीत घट झाली. घटीची वार्षिक सरासरी ६९.३ प्रतिशत् होती. आणखी एका प्रायोगिक संयंत्राच्या अभ्यासात ४ फूट खोल बंदिस्त अडथळे वापरून अगर ते न वापरता ८ फूट खोलीच्या द्रोण्या वापरून मध्य न्यूयॉर्क राज्यात उन्हाळ्याच्या क्रांतिक कालावधीत, BOD चे ८० टक्क्यांपेक्षा जास्त निष्कासन साध्य करता आले. त्यावेळी दररोज दर एकरी ३१२ ते ४६७ पौंड उन्नत भारण ठेविले होते. पांच समांतर प्रायोगिक संयंत्र-द्रोण्यांचे छायाचित्र आ. १२–२ मध्ये दाखविले आहे.

असे असले तरी ऑस्वाल्डचा (२४) निष्कर्ष असा आहे कीं, उच्च प्रमाणात भारण केलेल्या अशा द्रोण्यांत, विशेषत: जेव्हा मिथेनचे किण्वन झालेले नसते अगर तपमानामुळे ते मर्यादित होते, आणि पृष्ठीय थरांत शेवाळ्याचे प्रकाश–संश्लेषण होत नाही तेव्हा, सेंद्रिय अम्ले बनण्यास सुरवात होते आणि नंतर pH ची पातळी कमी होते व म्हणून कुंडातून हायड्रोजन सल्फाइड उत्सर्जित होऊ (emit) लागतो. तथापि, वर वर्णन केल्याप्रमाणे इतके उच्च भारण असतानासुद्धा लेखकाला दुर्गंधी जाणवली नाही; ऑस्वॉल्डच्यामते (२४) त्याचे कारण असे आहे कीं, जर मीथेनचे किण्वन तलनिक्षेपात होऊ लागले तर फारशी दुर्गंधी न सुटता BOD चे निष्कासन उच्च प्रमाणात प्राप्त करता येईल. त्याला असाही विश्वास वाटतो कीं, ज्या कुंडात प्रकाश–संश्लेषित ऑक्सिजनीकरण व मीथेनचे किण्वन ही दोन्हीही घडून येतात अशा (अनाग्राही) कुंडात दर दिवशी दर एकरी ५० पौंडाइतका BOD मर्यादित केला पाहिजे, कारण या दोन्हीही प्रक्रियांना लाभदायक न होणारी परिस्थिति कधीकधी निर्माण होते. लेखकास ह्या घटकेस तरी याबाबत सहमत होण्याची आवश्यकता वाटत नाही.

१२-२. उत्प्रेरित-अवमल उपचारण-

घरगुती वाहितमलावरील तसेच मोठ्या संयंत्रातील काही थोड्या औद्योगिक अपशिष्टां-वरील उपचारांत उत्प्रेरित अवमल प्रक्रिया बरीच प्रभावी ठरली आहे. या प्रक्रियेत, जैवतया (biologically) सक्रिय वाढ होऊ लागते व त्यामुळे अपशिष्टातील सेंद्रिय द्रव्याचे अधिशोषण होते आणि ऑक्सीकरण-एन्झाइम व्यवस्थेमुळे CO_2, H_2O, NO_3 व SO_4 यांच्या सारख्या साध्या अंतिम पदार्थात त्यांचे परिवर्तन होते. कलिल व तरंगणावस्थेत असलेल्या द्रव्याच्या बऱ्याच अंशाचा अंतर्भाव असलेल्या वातनित (aerated) सेंद्रिय अपशिष्टांत स्वाभाविकपणे जैवी श्लेष्मांचा (slimes) विकास होतो, परंतु सेंद्रिय विलीन घनपदार्थांच्या कार्यक्षम निष्कासनाकरता त्वरित (accelerated) जैवी क्रियाशीलता लागते. त्यासाठी भरपूर संपर्क-पृष्ठाची तरतूद करणे आवश्यक असते व त्याकरता पुंजक्यांचे उच्च प्रमाणात संकेंद्रण व्हावे लागते. पुंजके (श्लेष्मस्थ-समूह) (zoogleal) हे, जीव अन्न व श्लेष्म द्रव्यांचे जिवंत समूह असतात आणि ते जैवी जीवनाची उच्चप्रकारे सक्रिय असलेली केंद्रे असतात म्हणून "उत्प्रेरित अवमल" ही संज्ञा ! अगदी हळुवारपणे नियंत्रित केलेल्या वातावरणातील ऑक्सिजन आणि जिवंत जीव यांची त्यांना गरज असते.

क्रियाशील पुंजक्यांचा संपर्क काल आणि/अथवा सांद्रण यावर नियंत्रण ठेवून विविध प्रमाणात कार्यक्षमता प्राप्त करता येते. वातन द्रोण्यांच्या जलीय व्यवस्थेचे काळजीपूर्वक अभिकल्पन करून संपर्क काल नियंत्रित करता येतो. वातनाचा सरासरी काल ६ तास असतो. सामान्यतः सुमारे २० टक्क्या इतक्या दुय्यम अवसादित अवमलाच्या विशिष्ट राशीचे पुनराभिसरण करून सक्रिय पुंजक्याचे इष्ट संकेंद्रण टिकविता येते. अवमलराशी जास्त असल्यास BOD चे निष्कासन अधिक प्रमाणात होते आणि त्यामुळे उचित संतुलनासाठी अधिक हवा आणि अन्न (सेंद्रिय द्रव्य) यांची जरुरी निर्माण होते. तसेच "शिळ्या" (old) जड अवमलाची, खनिजीकृत होण्याकडे आणि ऑक्सिजनचा अभाव होण्याकडे, प्रवृत्ति होते आणि त्याचा परिणाम पुंजक्यांची सक्रियता कमी होण्यात होतो. "ताज्या" (young) हलक्या अवमल-पुंजक्यांची. उलट प्रवृति असते, म्हणून वाढीच्या "आयू" (age) सबंधी विचार करणे महत्वाचे असते

अनुकूलतम सक्रियतेकरता उत्प्रेरित अवमलाच्या गतिज विज्ञानात (kineties) ज्या गोष्टींची जरुरी आहे अशा परिस्थितीचे बुशने (३) खालीलप्रमाणे संक्षेपण केले आहे. वाढीच्या लघुगणकीय अवस्थेत ताजा पुंजकेदार अवमल; अवमलाच्या अपव्ययाचे नियंत्रण करून लघुगणकीय वृद्धीची परिस्थिती टिकविणे; जीवांचे अखंड भारण; ऑक्सीकर (oxidative) उपचारणातील कोणत्याही टप्प्यातील (point) वातनिरपेक्ष अवस्थांचे निरसन.

उत्प्रेरित–अवमल उपचारणाच्या सद्यःपरिस्थितीचे हॅझेल्टाइन (६) ने खालील संक्षेपण केले आहे. वातन होत असलेल्या अपशिष्टातील तरंगत्या घनपदार्थाच्या दर पौंडास BOD चे ०.३ पौंडापेक्षा कमी भारण असल्यास निष्कासन सामान्यपणे ९० टक्क्यापेक्षा जास्त होते. जेव्हा ही भारणे दर पौंडास ०.५ पौंडा इतकी वाढतात तेव्हा कार्यक्षमतेचे भाकित करणे कठीण असते. सामान्यपणे, BOD च्या भारणाचा वातन टाकीच्या क्षमतेशी संबंध असतो; दर १००० घ. फुटास BOD चे सुमारे ३० ते ३५ पौंड मूल्य असलेल्या (अपशिष्टाच्या) संयंत्रात वातन होत असलेल्या २००० ppm इतक्या तरंगणाऱ्या घनपदार्थाबरोबर उपचारण करता येते.

सॉयरने (२७) उत्प्रेरित–अवमल प्रक्रियेच्या मर्यादांची खालील प्रमाणे यादी दिली आहे. टाकीच्या क्षमतेच्या दर हजार घनफुटांकरता सुमारे ३५ पौंडाइतके BOD चे भारण मर्यादित केले असल्याने तुलनेने दीर्घ अवरोधन काल लागतो आणि परिणामतः भांडवली निधी उच्च प्रमाणात लागतो; संमिश्र द्रवात प्रारंभिक ऑक्सिजनची मागणी उच्च असते, फुगीर अवमल निर्माण करण्याची प्रवृत्ति बनते; प्रक्रियेतून मध्यम दर्जाचा निःस्त्राव निर्माण करता येत नाही; उच्च BOD च्या अपशिष्टाकरता उच्च अवमल–पुनराभिसरण गुणोत्तर असावे लागते; अंतिम निर्मलकारकावरील घनपदार्थांची भारणे उच्च असतात; आणि ह्या प्रक्रियेत हवेची मोठ्या प्रमाणात गरज लागते.

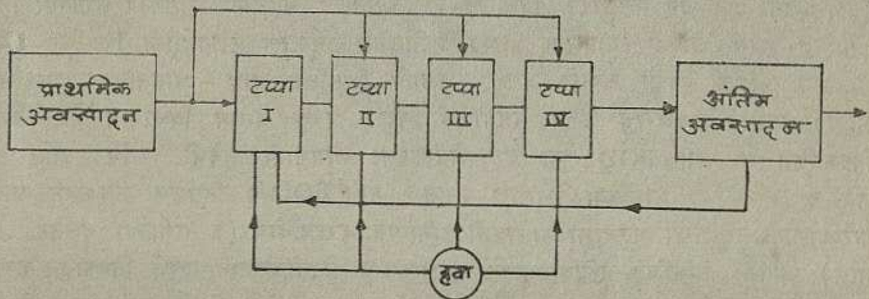
अवमल सूचकांवर नियंत्रण ठेवून उत्प्रेरित अवमलाच्या रूढ संयंत्रातील अवमल फुगून जाण्याच्या काही समस्या दूर करण्याचा क्रॉसच्या (१३) प्रक्रियेत प्रयत्न करण्यात आला आहे. उत्प्रेरित–अवमल उपचारणाच्या रूढ कार्यपद्धतीसारखीच ही कार्यपद्धती असते व त्यात अवमलाकरता स्वतंत्रपणे पुनर्वातन करण्यात येते; मात्र काही पाचित्र अवमल (digester sludge), पाचित्र अधिपृष्ठ द्रव (digester supernatant), आणि उत्प्रेरित अवमल, क्रॉस जिला नायट्रोकारक वातन टाकी अशी संज्ञा देतो तीत, २४ तासांच्या कालापर्यंत एकत्रितपणे वातनित करण्यात येतात. अलिकडे द. दि. दर १००० घ. फुटास १७० पौंडाइतके BOD चे उच्च भारण वापरण्यात आले आहे आणि जवळजवळ ९० टक्के निष्कासन साध्य करता आले (१४).

व्हॉन डेर एम्ड (५) ने अशी नोंद केली आहे कीं, रोमाभियुक्त (ciliated) आणि कशाभियुक्त (flagellated) प्रजीवाणू (protozoa), तसेच जीवाणू (bacteria), उत्प्रेरित अवमलात सर्वत्र असतात. जेव्हा BOD चे भारण उच्च अथवा अति अल्प असते तेव्हा अस्तित्वात असणाऱ्या आक्सिजनची मात्रा कितीही असली तरी रोमाभींची जागा कशाभी

घेतात. जेथे वातनाचे कालावधी कमी असतात अथवा जेव्हा ऑक्सिजन केवळ अंशभूत असतो तेव्हा अवमलात फक्त जीवाणू असल्याचे दिसून येते.

१२-३. सुधारित वातन-

सुधारित वातन अथवा कमीकमी होत जाणारे (tapered) वातन, अथवा टप्प्याटप्प्याचे वातन, ही उत्प्रेरित-अवमल उपचारणातील विचरणे आहेत. अधिशोषित सेंद्रिय द्रव्याचे ऑक्सीकरण होण्यासाठी जेव्हा अवमल अनुकूलतम अवस्थेत असतो तेव्हा, त्यात हवेचा कमाल पुरवठा करणे हे उद्दिष्ट असते. वातकाचे स्थान आणि पुरवलेल्या हवेची राशि बदलत जातात; अवमलातील घनपदार्थ आणि ऑक्सीकरण करावयाचे सेंद्रिय द्रव्य यांच्यावर ती अवलंबून असतात. ह्या प्रक्रियांकरता हवेची राशि कमी लागते आणि कमी अवरोधन काल पुरतो असा दावा करण्यात आला आहे, आणि परिचालनाच्या यंत्रणा व सिद्धांत उत्प्रेरित अवमलांच्या सारखेच असतात.



आकृति १२-३. टप्प्याटप्प्यांनी करण्याच्या उपचारणाचा आयोजन आरेख (Schematic diagram)- पहिला टप्पा, उच्च अवमल बीज ४००० ppm; दुसरा टप्पा, अवमल बीज २००० ppm; तिसरा टप्पा, १००० ppm; चौथा टप्पा, ८०० ppm.

फक्त दोन अगर तीन तास वातनाची तरतूद करून साध्या वातनात येणाऱ्या समस्यांचे निरसन करण्यासाठी उच्चगति-प्रक्रियेचा वापर करणे हा केलेला एक प्रयत्न आहे. वातन टाकीत योग्य जागी (सामान्यपणे प्रवेशद्वाराजवळ) संकेंद्रित स्वरुपात उच्चप्रकारे उत्प्रेरित केलेल्या अवमलाचे पुंजके परतून लावण्याची ह्या प्रयत्नात आवश्यकता असते, त्यामुळे जीवाणु पश्चता (lag) कमी होते, जीवाणूंच्या लघुगणकीय वाढीत त्वरण होते, आणि नवीन कोशांच्या अधिशोषणासाठी भरपूर पृष्ठभागाची तरतूद होते. परिचालन कमी जास्ती करता येणे हा

ह्या प्रक्रियेतील मुख्य फायदा असतो. प्राथमिक निःस्त्राव आणि परतवलेले अवमल बीज, यांचे हवे असलेले जवळजवळ कोणचेही गुणोत्तर आपणास प्राप्त करता येईल हे आ· १२–३ वरून दिसून येते.

१२–४. विसर्जित–वृद्धि वातन–

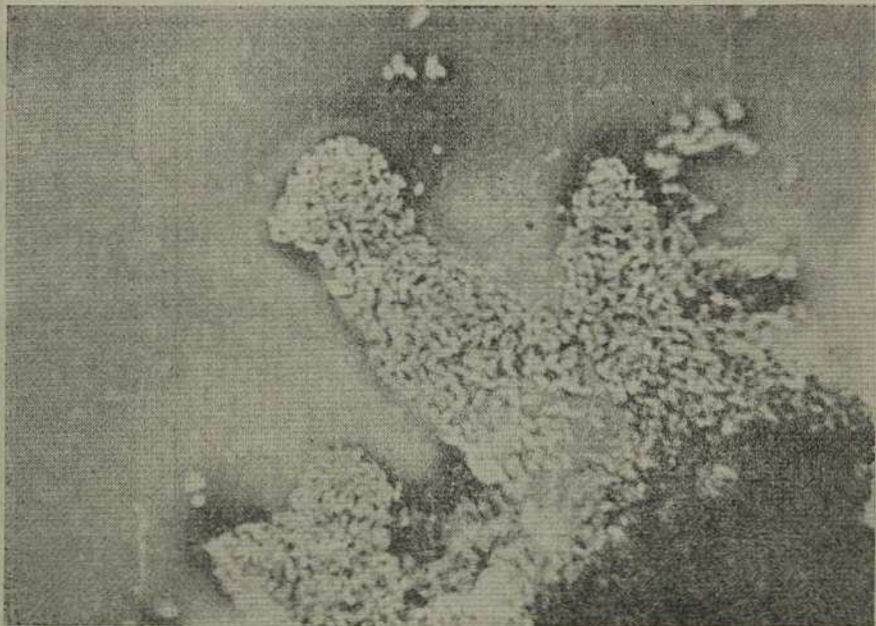
पुंजीकारक वाढींच्या अनुपस्थितीत विलीन सेंद्रिय द्रव्याच्या ऑक्सीकरणाकरता उपयोगात आणलेल्या प्रक्रियेस विसर्जित–वृद्धिवातन असे म्हणतात (९ ऑक्सिकरणाकरता लागणारे जीवाणू (बीज) अपशिष्टांचे वातन आणि अवसादन केल्यानंतरच्या अधिद्रवात उपस्थित असतात. ह्या अधिद्रवाचा एक भाग आत येणाऱ्या बिजारोपणाकरता राखून ठेवण्यात येतो. अनेक प्रकारच्या विलीन सेंद्रिय अपशिष्टांवर उपचार करण्यासाठी ही कार्यपद्धति यशस्वीपणे वापरण्यात आली आहे (८, १६, १७, १८, १९)· अवमल–बीजारोपणाशी संबंध असलेल्या काही समस्यांचा तीत निरास होतो हा तिचा फायदा आहे. विविध प्रकारच्या औद्योगिक अपशिष्टांमुळे अवमलाचे भरीव प्रमाणात संकेंद्रण करणे अवघड असते आणि अशांच्या बाबतीत (अवमलावर अवलंबून नसणारे) विसर्जित–वृद्धिवातनाचा सहजपणे स्वीकार करण्यात येतो. उत्प्ररित–अवमल प्रक्रियेतल्याप्रमाणे BOD चे तितकेच लघुकरण होण्यासाठी विसर्जित–वृद्धि-वातनात अधिक हवेची जरूरी असते. तथापि विसर्जित वृद्धि – वातनातील प्रारंभिक BOD सामान्यपणे बराच उच्च असतो ही गोष्ट जेव्हा आपण विचारात घेतो तेव्हा निष्कासित झालेल्या BOD च्या दर पौंडाकरता लागणारी हवेची राशि उत्प्रेरित–अवमल प्रक्रियेतील राशीच्या इतकीच असते. मात्र BOD चे तितकेच लघुकरण प्राप्त करण्यासाठी लागणारा वातनाचा कालावधी सामान्यतः बराच दीर्घ (६ तासांच्या तुलनेने २४ तास) असतो. विसर्जित–वृद्धिवातनाच्या उपचारणात ऑक्सीकरणाने संपूर्ण निष्कासन करावे लागते मात्र उत्प्रेरित अवमल उपचारणातील वस्तुस्थितीप्रमाणे ते अधिशोषणाने अगर अंशतः ऑक्सीकरणाने केले जाते तसे नव्हे.

सामान्यतः, विसर्जित (dispersed) अवस्थेत असलेल्या अगर लहान गटातील संवर्धन माध्यमात (culluri medium) जीवाणूंची वाढ होते आणि उच्चगतीच्या जैवक्रियेकरता बीजारोपणाची आवश्यकता असते. ह्या गोष्टीची Heu kelekian ला (९) जाणीव असल्या-मुळे पुंजीकारकाऐवजी विसर्जित वृद्धिचा उपयोग करून संकेंद्रणित विलेय सेंद्रिय अपशिष्टांचे बीजारोपण करण्याची कल्पना त्याला प्रथमतः सुचली. जर अपशिष्टात फक्त विलेय द्रव्य असले तर पुंजीकारक वाढ करू नये. पेनिसिलीन आणि स्ट्रेप्टोमायसीनच्या अपशिष्टांवर प्रथम त्याने केलेल्या कार्यवाहीत (८, १०) विसर्जित–वृद्धिवातन प्रक्रियेसंबंधी त्याने पुढीलप्रमाणे दावा केला आहे.

१) संकेंद्रणित विलेय सेंद्रिय अपशिष्टांच्या उपचारणासाठी उत्प्रेरित अवमल पद्धतीं-च्यापेक्षा ती अधिक प्रमाणात स्वीकारली जाते कारण : (अ) संकेंद्रणित सेंद्रिय अपशिष्टाबरोबर फुगण्याची उत्प्रेरित अवमलाची प्रवृत्ति असते; (आ) विलेय अपशिष्टांतून उत्प्रेरित अवमल विकसित करणे अवघड असते.

२) जेव्हा विलेय आधार द्रव्यांचे (substrata) विघटन होते तेव्हा विसर्जित वाढीने थोडासाच अवमल तयार होतो.

३) जसजशी पेनिसिलीन आणि स्ट्रेप्टोमायसीनच्या अपशिष्टांच्या शक्तीत वाढ होते तसतशी BOD च्या लघुकरणाची टक्केवारी कमी कमी होत जाते, परंतु ज्या अपशिष्टात BOD ३००० ppm पर्यंत असतो त्यात ८० टक्के लघुकरणाची अपेक्षा असते. जेव्हा BOD, १००० ppm पेक्षा कमी असतो आणि अपशिष्टाचे वातन २४ तास करण्यात येते तेव्हा BOD चे लघुकरण अधिक होण्याची शक्यता असते.



आकृति १२–४. श्लेष्माच्या गुटिकेतील (capsule) (X 620) गोलाकार टोके असलेल्या शलाका.

४) अनुपचारित अपशिष्टापेक्षा निःस्त्राव अधिक गढूळ असतो आणि रंग नाहीसा झालेला नसतो.

५) रूढ जैवी–उपचार प्रक्रियांकरता पूर्वोपाय म्हणून ही प्रक्रिया वापरावी.

६) बीज द्रव्य सहज विकसित करता येते आणि माती अगर वाहितमलातून थोड्याच दिवसांत त्याचे अनुकूलन (adaption) करता येते.

७) दर ताशी दर गॅलनला २ ते ३ घनफूट हवेचे प्रमाण असताना अनुकूलतम परिणाम प्राप्त होतात. अधिक अपशिष्टांकरता हवेचे प्रमाण वाढवावे लागते.

८) अपशिष्टांतील प्रारंभिक pH क्रांतिक घटक असल्याचे दिसत नाही. ६.४ pH असलेल्या अनुपचारित अपशिष्टातील BOD, ७.२ pH ला समायोजित केलेल्या त्याच अपशिष्टातील BOD इतकाच लघुकृत होतो. वातन होत असताना pH ची वाढ होते.

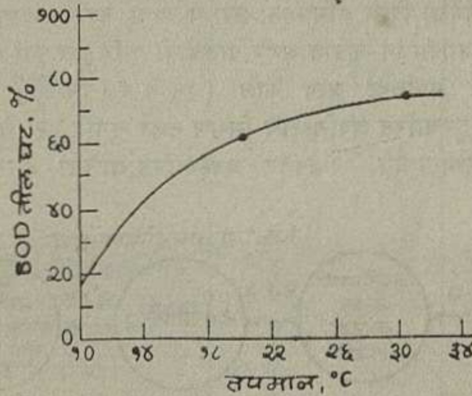


आकृति १२-५ कवचयुक्त व कवचरहित स्फिअरोटायलस सारखे जीव (X620).

चिध्यांच्या आणि तागाच्या कागद गिरण्यांतील अपशिष्टाकरता उपचारणाची ही पद्धत फार उपयुक्त असल्याचे लेखकाला (२२) आढळून आले. विर्सजित-वृद्धिवातनाने केलेल्या ग्लूकोजच्या ऑक्सिकरणाच्या मूळ अभ्यासात पोषक मांसरसाचा (broth) उपयोग करताना दर मिलिलिटरमध्ये एकून ५ दशलक्ष जीवाणू असल्याचे लेखकांना (२३) आढळून आले. २४ तासांच्या वातनकालात आढळून आलेल्या जीवाणूंचे खालील दोन प्रमुख प्रकार होते :

१) विर्सजित, अखंड, जाड गोलाकार टोके असलेल्या शलाका; अंदाजी आकार, २ ते २.५ मायक्रॉन्स x १ मायक्रॉन. यांतील काही जीव बोटासारख्या गुटिकांच्या आकाराचे होते. जसजसा वातन काल वाढत गेला तसतसे श्लेष्मावगुंठित जीवाणूंच्या संख्येत आभासी (apparent) वाढ झाली (आ. १२-४ पहा).

(२) बऱ्याच वेळा कवचरहित स्वरुपात स्फेरोटायलस सारखे जीव अस्तित्वात होते (आ. १२-५ पहा). ६ तासांच्या वातनानंतर हे जीव विपुल प्रमाणात दिसू लागले आणि २४ तासानंतर त्याच्या प्रमाणात कमालीची आभासी वाढ झाली असे वाटले.



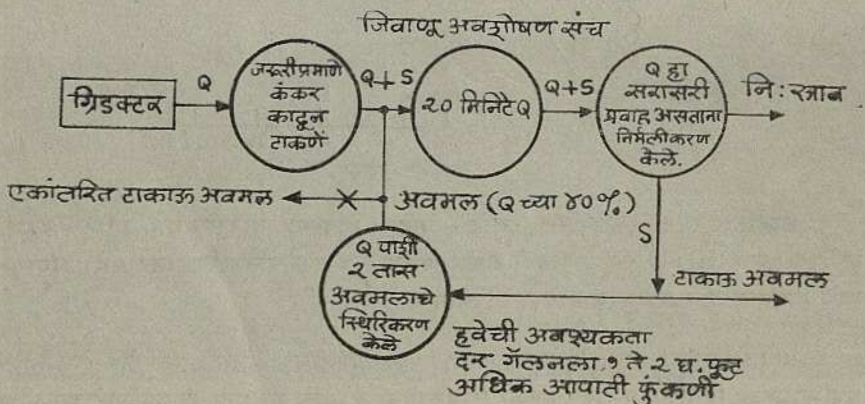
आकृति १२-६. विर्सजित-वृद्धि-वातन व्यवस्था वापरण्याचा प्रथीन-ग्ल्यूकोज अपशिष्टांतील BOD च्या सरासरी लघुकरणावर, २४ तास वातन केल्यावर आणि अवस्थापन झाले नसताना, होणारा तपमापनाचा परिणाम–

प्रथिने आणि कार्बोहायड्रेट्स (२९) या दोन्हींचा अंतर्भाव असलेल्या औद्योगिक अपशिष्टांच्या विर्सजित वृद्धिवातनाच्या उपयुक्ततेचा अभ्यास करताना ही अपशिष्टे ह्या प्रक्रियेत ऑक्सिकरणाच्या प्रभावाधीन असल्याचे लेखकांना आढळून आले. आ. १२-६ त दाखविल्या-

प्रमाणे तपमानात वाढ करून जैवी ऑक्सीकरणात वाढ करण्यात आली आणि तसे करताना pH च्या ९.५ पर्यंतच्या प्रारंभिक मूल्यामुळे अडथळा आला नाही. जेव्हा विलेय प्रथिन–कार्बोहायड्रेट–अपशिष्टांवर विसर्जित–बृद्धिवातनाने उपचार करावयाचे असतात तेव्हा भरपूर अवरोधन काल मिळेल असे संचांचे अभिकल्पन केले पाहिजे कारण (दर दिवशी दर पौंड BOD ला १०५० घनफूट हवा या) क्रांतिक प्रमाणाच्यापेक्षा हवेचे जास्त प्रमाण झाल्यावर BOD च्या लघुकरणात वाढ होत नाही, असेही आढळून आले.

१२–५. जीवाणु - अवशोषण–

एका उपकरण निर्माण करणाऱ्याने केलेल्या उच्चगति–जैवी ऑक्सीकरण प्रक्रियेचे जीवाणु अवशोषण हे व्यापारी नांव आहे, आणि घरगुती वाहितमलाकरता तिचा प्रामुख्याने उपयोग करण्यात येतो. उलिरच व स्मिथनी (३१) टेक्सासमधील ऑस्टिन येथे ती प्रथम विकसित केली. ती मुख्यतः उत्प्रेरित–अवमल प्रक्रियेत केलेली सुधारणा आहे आणि काही बाबतीत टप्प्याटप्प्याच्या वातन–प्रक्रियेशी जुळणारी आहे व ह्या अन्य दोन पद्धतीत लागणाऱ्या हवा व संयंत्राच्या जागेपेक्षा हिला सामान्यतः हवा व जागा कमी लागते. जीवाणु–अवशोषण प्रक्रियेत स्थिरीकरण–ऑक्सिजन–कुंडात अगर वातजीवी पाचित्रात पूर्वी तयार झालेल्या उत्प्रेरित अवमलात अनुपचारित अपशिष्ट अल्प काल (१५ ते २० मिनिटे) मिसळण्यात येते. हे उत्प्रेरित अवमल व अनुपचारित अपशिष्टाचे मिश्रण नंतर सुमारे २ तास अवस्थापित करून त्याचे निर्मलीकरण करण्यात येते. त्यानंतर अवस्थापित झालेला अवमल, ज्यात उत्प्रेरित–



आकृति १२–७, जैवी–अवशोषण प्रक्रियेच्या योजनेची व्यवस्था–

अवमलाचे पुंजके आणि अनुपचारित अपशिष्टातील अधिशोषित अपद्रव्य असते, त्याचे १ ते २ तास स्थिरीकरण-ऑक्सीकरण द्रोणीमध्ये तीव्र प्रमाणात जैवी ऑक्सीकरण होते. नंतर ते मिश्रण-टाकीत परत पाठविण्यात येते आणि पुनः अनुपचारित अपशिष्टाबरोबर मिसळण्यात येते; आणि अशा प्रकारे ही प्रक्रिया सतत होत राहते. निर्मलीकरण अथवा स्थिरीकरणापैकी कोणत्याही एकाचा वातनिरपेक्षा पचनाकरता अथवा निर्वात निस्यंदकात निर्जलीकरणाकरता वापर करून यंत्रणेतील अतिरिक्त अगर अपशिष्ट अवमल काढून घेता येतो (आ. १२-७ पहा)

कोष्टक १२-२.

जीवाणु-अवशोषणाच्या परिचालनाची आधार सामग्री (उल्रिच आणि स्मिथ यांच्या प्रमाणे) (३१, ३२).

बाब	१९५१ (प्रायोगिकसंयंत्र)		१९५५ (पूर्ण आकार)	
	माध्य	% निष्कासन	माध्य	% निष्कासन
अंतःस्त्रावातील BOD, ppm	२६४		३०७	
बहिःस्त्रावातील BOD, ppm	१९.५	९२.५	२०	९३.४
BOD भारण, पौंड/१००० फूट^3			१४४	
अवरोधन काल, तास	२.८३		३	
लागणारी हवा, दर घ. फू.स पौंड निष्कासित BOD			६६५	
तरंगते घनपदार्थ, अंतःस्त्राव, ppm	२२६		२२६	
तरंगते घन-पदार्थ, बहिःस्त्राव, ppm	१३.९	९३.८	१८	९२.१

उल्रिच आणि स्मिथ यांचा असा दावा आहे कीं, जीवाणु अवशोषणाला अन्य प्रक्रियांतल्या पेक्षा वातन-टाकीची क्षमता कमी लागते, कारण वास्तविक वातन अथवा अभिक्रियाशीलन (reactivation) संमिश्र द्रवामध्ये घडून येत नसून ते अवस्थापित आणि संकेंद्रणित अवमलात घडून येते. वाहितमल आणि परतलेल्या अवमलाचा संमिश्र द्रव बनलेला असल्याने

त्याचे फक्त थोडा वेळच मिश्रण करण्यात येते व मिश्रणाकरता कप्पाही लहान लागतो. १९५१ व १९५५ सालांकरता समर्पक प्रायोगिक संयंत्र आणि पूर्ण आकाराच्या (संयंत्रावरील) निष्कर्ष कोष्टक १२–२ मध्ये दिले आहेत. (३१, ३२).

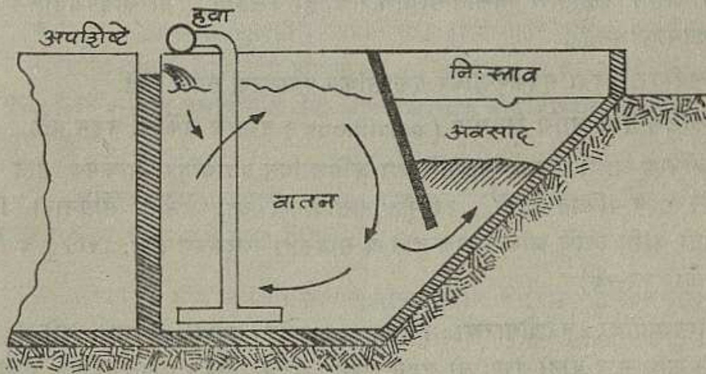
१२–६. उच्चगति वातजीवी उपचारण–

सेंद्रिय अपशिष्टांचे ऑक्सीकरण करण्याकरता गेल्या काही वर्षात उच्चगति वातजीवी उपचारण (संपूर्ण ऑक्सीकरण) हे एक साधन म्हणून विकसित करण्यात आले आहे (२०). संपूर्ण ऑक्सीकरणाच्या प्रक्रियेत अपशिष्टाचे विचूर्णन (comminution), दीर्घकाल वातन (१ ते ३ दिवस), अवमलाचे अंतिम अवस्थापन आणि अवस्थापित अवमल वातन-टाकीत परत पाठविणे, या बाबींचा समावेश असतो. प्राथमिक अवस्थापन अथवा अवमलाच्या पाचनाची जरुरी लागत नाही पण वातनाला लागणाऱ्या वेळाची तरतूद होण्याकरता वातनाची मोठी व्यवस्था करावी लागते. संपूर्ण ऑक्सीकरण प्रक्रिया लहान प्रतिष्ठापनात विशेषेकरून उपयुक्त होते कारण त्यासाठी मोठ्याप्रमाणात देखभालीची जरुरी नसते. जरी अवस्थापनाचा काल कधीकधी तुलनेने कमी झाला तरी अवमल फुगण्याची अडचण फारशी भासत नाही. वस्तुत: ह्या प्रक्रियेतून निर्माण झालेल्या घनपदार्थांत बव्हंशी कमी बाष्पशीलता असते आणि म्हणून उच्च प्रमाणात राख प्राप्त होते. त्यामुळे अवस्थापनाचा वेग बराच जलद वाढतो. अवमल परत जाण्याचे कार्य सतत चालू असते आणि सामान्य उत्प्रेरित अवमल–प्रथेच्या तुलनेने ते अतिशीघ्र होते. उच्च गतीने (प्रवाहाच्या १०० ते ३०० प्रतिशत्) अवमल परतत असल्याने ही व्यवस्था सर्वकाल संपूर्णपणे वातजीवी राखण्यात येते. संमिश्र द्रवातील घनपदार्थांचे संकेंद्रण दीर्घ कालानंतर उच्च पातळीवर पोहोचते आणि ३००० ते ५००० ppm इतके संकेंद्रण कमी करण्याकरता अवमलाचा काही भाग फुकट जाऊ दिला जातो. फुकट जाणाऱ्या अवमलापैकी काही नंतर साठवून ठेवण्यात येतो व टाकी बसविलेल्या वाहनातून अगर अन्य साधनांनी संयंत्रापासून दूर असलेल्या जागेवर तो सोडून दिला जातो. तो पर्यंत त्याचे आणखी संकेंद्रण करण्यात येते.

जरी उच्चगति वातजीवी उपचारणात अपशिष्ट अवमल कमी निर्माण होत असला तरी उत्प्रेरित अवमलाच्या रूढ संयंत्रात लागणाऱ्या हवेपेक्षा तिप्पट हवा यात लागते, हा त्यातील तोटा आहे, शिवाय निःस्रावातून काही पुंजके वाहून जातात.

ह्या उपचाराच्या आणखी एका प्रकाराला संपूर्ण मिश्रण व्यवस्था असे संबोधण्यात येते (१५). त्याच्या परिचालनात असे गृहीत धरले जाते की, जर अणुजीवांची वाढ स्थिर राहील अशा स्थितीत त्यांना ठेवले तर त्यांच्या कार्यक्षमतेत कमालीची वाढ होते, आणि

अपशिष्टाचा विशिष्ट गुणधर्म आणि संकेंद्रण याना ते अनुकूल असतात. जर (१) अणुजीव आणि अनुपचारित अपशिष्टे काटेकोरपणे सतत मिश्रित केली, (२) सेंद्रिय संकेंद्रण स्थिर ठेवले, व (३) अपशिष्ट-पोषण वेगाच्या इतक्या स्थिर वेगाने अणुजीवातून निःस्राव अलग केले तरच ही स्थिर-वृद्धि परिस्थिती टिकवता येते. आकृति १२–८ मध्ये एक नमुनेदार संपूर्ण–मिश्रण उत्प्रेरित–अवमल व्यवस्थेचे चित्रण केले आहे (१५). वातन टाकीच्या दर १००० घ. फु. स आॅक्सीकारक जीवांचे भारण ६० पौंड करणे, या उपचार पद्धतीत, शक्य होते.



आकृति १२–८. संपूर्ण–मिश्रण उत्प्रेरित अवमल व्यवस्था–
(मॅक् किन्नी आणि इतरांच्या प्रमाणे (१५)).

१२–७. ठिबकणारे निस्यंदन–

ज्या प्रक्रियेत जैवी संचावर अपशिष्टातील जीवाणूंच्यापासून निर्माण झालेल्या श्लेष्म वाढींचे (प्राण्यांच्या स्वरुपात) आवरण पडलेले असते तिला ठिबकणारे निस्यंदन असे नांव दिले आहे. विलेय आणि कलिल सेंद्रिय द्रव्यांचे, त्यांना लागू केलेल्या अपशिष्टातून ह्या वाढी अधिशोषण आणि आॅक्सीकरण करतात. जेव्हा अभियुक्तीचा वेग अतिशय (द. दि. १० ते ३० द. ल गॅ.) असतो व तो अखंड चालू राहतो तेव्हा निस्यंदकातील संस्तरांच्या पृष्ठभागावर गोळा झालेली बुरशी (humus) सतत झडून जाते (sloughing). ट्रॅप दगड, ग्रॅनाइट आणि चुना दगड यांच्या सारख्या फोडलेल्या खडीपासून निस्यंदकातील पृष्ठीय द्रव्य तयार

करण्यात येते. तथापि अलिकडे प्लॅस्टिकच्या चक्रासारखे अन्य पदार्थ फार प्रभावी झाले आहेत. आयतनाच्या दर एककाला लहान आकाराच्या द्रव्यामुळे अधिक पृष्ठभाग प्राप्त होत असल्याने, सक्रिय पटलास मोठा आधार मिळण्याकरता संपर्क द्रव्य लहान आकाराचे असले पाहिजे, पण वाढीमुळे यातील रंध्रे बुजून जातील अगर सांचलेल्या तरंगणाऱ्या द्रव्याने अगर झडून गेलेल्या पटलाने ते चोंदून जाईल इतका त्याचा आकार लहान असता कामा नये. १॥ ते ३ इंच आकाराची फोडलेली खडी वापरण्यात येते व त्यातील लहानात लहान खडे माथ्यावर पसरण्यात येतात. ठिबकणाऱ्या निस्यंदक यंत्रणेतील अभिन्न अंगे, वितरण तोटया, संपर्क पृष्ठभाग, आणि तळातील निकासनाल्यांचे संच, ही असतात या कार्यपद्धतीचे संक्षिप्त स्वरूप खालीलप्रमाणे असते :

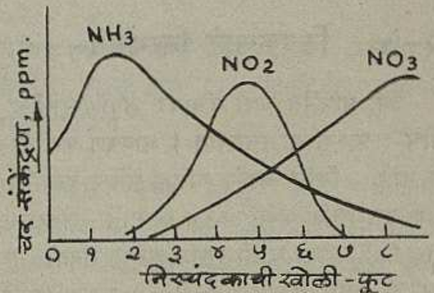
१) खडीवर अथवा संपर्कपृष्ठावर एक सक्रिय पृष्ठपटल तयार होते.

२) कलिल द्रव्य आणि श्लिषीय (gelatinous) द्रव्यांचे संकेंद्रण घडून येते.

३) जीवाणू आणि एन्झाइम्स, यांचे ह्या अधिशोषित पदार्थावर आक्रमण होते आणि साध्या संयोगात त्यांचे परिवर्तन होते. त्यामुळे रासायनिक आणि जैवी साधनानी NH_3 मुक्त केला जातो आणि त्याचे ऑक्सीकरण होते व सावकास लघुकरण होते, NO_2 व NO_3 त वाढ होते आ. १२–९)

४) पृष्ठभागावर बुरशीसारखा पुंजीदार अवशेष अथवा अवमल गोळा होतो आणि जेव्हा तो फार जाड होतो तेव्हा तो झडून जातो अथवा पुनःस्थापित होतो (ही जैवी निस्यंदकासह चालत असलेली सतत प्रक्रिया आहे). त्या अवमलात अनेक प्रजीव संघ (protozoa) आणि बुरशी असते. निस्यंदकात हवा फुकून अथवा अपशिष्ट ठिबकू देऊन फवारणाऱ्या अपशिष्टातून ऑक्सिजनच्या भागाचा पुरवठा केला जातो. निस्यंदकात अवस्थापित होणाऱ्या अपशिष्टामुळे अंशतः निर्वातस्थिती निर्माण होते आणि निस्यंदकात

NH_3 चे अधिशोषण आणि विमोचन	2′
NO_2	2′
NO_3	2′



आकृति १२–९. निस्यंदकात घडून येणारे नायट्रोजनमधील फरक–

हवा ओढून घेतली जाते. पृष्ठभाग जितका मोठा तितकी शुद्ध करावयाच्या द्रवाशी संपर्क करणाऱ्या जैवी जीवांची संख्या वाढते; जितकी ही संख्या जास्त तितके द्रवाचे शुद्धीकरण जास्त होते. पृष्ठीय माध्यमातील दगडांच्या तुकड्यांचा आकार जितका लहान तितके अधिक शुद्धीकरण होते. मात्र अतिलहान कण असल्यास चोंदण्याची क्रिया वृद्धिगत होते.

ठिबकणारे निस्यंदक गाळण आणि ऑक्सीकरण अशी दोन्हीही कार्ये करतात असे थोडक्यात सांगता येईल.

बहुतेक औद्योगिक अपशिष्टांत मिळणाऱ्या पातळ पोषक द्रावणात वाढणाऱ्या जीवाणूंच्या राशीवर क्रियात्मक (physiological) कार्यात वाढ होण्यासाठी घनिष्ट संपर्क पृष्ठाची तरतूद करण्याचे महत्व निदर्शनास आणणारा झोबेल (३५) हा पहिला (शास्त्रज्ञ) होता. झोबेलच्या मते घनिष्ट पृष्ठभागाच्या प्रभावामुळे जैवी ऑक्सीकरणात वाढ होण्यास खालील चार घटना कारणीभूत होतात :

(१) घनिष्ट पृष्ठभागामुळे पृष्ठभागावरील अधिशोषणाच्यायोगे पोषकांचे आणि एन्झाइम्सचे संकेंद्रण घडून येणे शक्य होते.

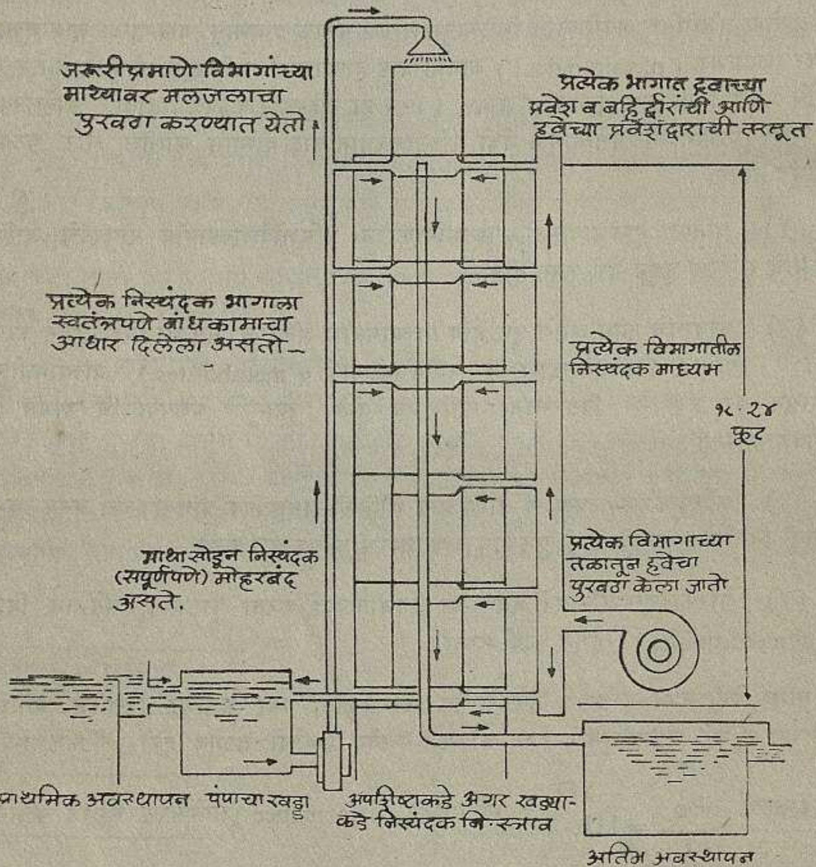
(२) जीवाणूंचे कोश आणि पृष्ठभाग यांच्यामधील अंतराळ संकेंद्रण बिंदू म्हणून काम करतात; त्यामुळे एक्झोएन्झाइम्स व चयापचयोत्पाद (metabolites), यांच्यामधील कोशापासून दूर होणाऱ्या विसरणाची गती मंद होते. त्यामुळे अन्नपदार्थांचे पाचन व अधिशोषणास मदत होते

(३) ऑक्सीकरण–लघुकरण आणि अन्य भौतिकी-रासायनिक-प्रक्रियांकरता अनुकूलतम परिस्थिती निर्माण करण्याचे कार्य पृष्ठभाग व कोशामधील अंतराळ करते.

(४) पेरिफाइट्स अनिवार्य असणाऱ्या अणुजीवांच्या करता पृष्ठभाग, संयोजन बिंदू (attachment points) म्हणून कार्य करतात.

मामक वेगी अश्म–संस्तरीय ठिबकणाऱ्या निस्यंदकात, ज्या भूमीवर निस्यंदक बांधले आहे तिच्या द. चौ. फुटास सुमारे १०० चौ. फूट पृष्ठीय द्रव्याची तरतूद होते. ठिबकणाऱ्या निस्यंदकासाठी $\frac{L_D}{L} = 10^{-kD}$ हे निष्पादन (performance) समीकरण म्हणून वेल्झने (३३) प्रस्तावित केले आहे. येथे L_D हा D या खोलीवर असणारा BOD चा निष्कासनीय अंश असतो, L हे एकूण निष्कासन असते, k हा निष्कर्षणाचा लघुगणकीय वेग असतो, आणि D

ही संस्तराची खोली असते. हे समीकरण आणि नाल्यातील सेंद्रिय द्रव्याच्या विघटनाचा एकाणुक (monomolecular) वेग (समीकरण) $\frac{Lt}{L} = 10^{-kt}$ यांच्या मधील साम्य वाचकांच्या लक्षात येईल.



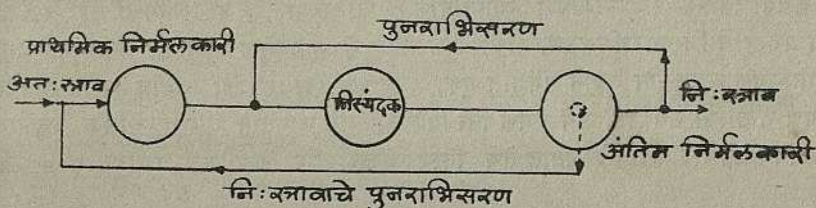
आकृति १२-१०. प्रायोगिक नियंत्रक – निस्यंदक यंत्रणेचा आरेख (इंग्रॅम प्रमाणे (१२)).

निस्यंदकातील संपर्ककाल, उत्प्रेरित-अवमल-प्रक्रियेच्या तुलनेने, सापेक्षतया कमी असतो आणि उपचाराच्या ह्या प्रकारासाठी ते निश्चितपणे फायदेशीर असते, याची अभ्यासकाने जाणीव ठेवावी. निस्यंदकातील संपर्क कालासंबंधी आपल्या ज्ञानात हॉलंडने (Howland) (११) भर घातली आहे. खालीलप्रमाणे त्याने संपर्क काल अभिव्यक्त केला आहे :

$$T = \left(\frac{3v}{gs}\right)^{\frac{1}{3}} \frac{l}{q^{\frac{2}{3}}},$$

येथे l ही उतरत्या प्रतलाची लांबी असते, प्रतल क्षितिजाशी जो कोन करते त्या कोनाची s ही साइन असते, g हे गुरुत्वाकर्षणामुळे होणारे त्वरण असते, v ही पाण्याची गतिमितीय श्यानता (Kinematic viscocity) $(^M/_P)$ असते व q हा प्रतलाच्या दर एकक रुंदीकरता प्रवाहवेग असतो.

निस्यंदकातून निष्कासित केलेली ऑक्सीकरणशील सेंद्रिय द्रव्याची राशि प्रवाहाच्या कालाच्या अवधीवर प्रत्यक्षपणे अवलंबून असते असे हॉलंडने निर्दशित केले आहे. अनुकूलतम संपर्ककाल आणि कमाल कार्यक्षमता प्राप्त करण्याकरता व्यवहार्य अशा लहानात लहान माध्यम असलेल्या खोल निस्यंदकाची त्याने शिफारस केली आहे.



आकृति १२-११. एका टप्प्याचे (पुनराभिसरणासहित) ठिबकणारे निस्यंदक-

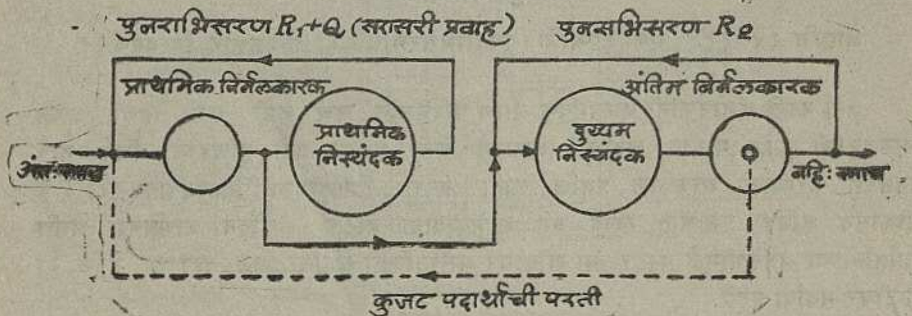
जरी काही संशोधकांनी प्रास्ताविक आणि परिचालन खर्च कमी व्हावे म्हणून उथळ निस्यंदकांची आणि मोठ्या खडीची शिफारस केली असली तरी हॉलंडच्या शिफारशीचे अनुसरण करण्याची आजकाल प्रवृत्ति आहे. कारण ठिबकणाऱ्या निस्यंदनाने BOD चे निष्कासन अधिक प्रमाणात व्हावे असे अभियंत्याना वाटते. चोंदून जाण्याच्या आणि शीर्षहानीच्या अडचणीमुळे संस्तराच्या खोलीवर आणि किती लहान दगड वापरता येईल, या गोष्टीवर मर्यादा पडते.

इंग्रॅमने (१२) ठिबकणाऱ्या आधुनिक निस्यंदकात खालील उणीवा असल्याचे सूचित केले आहे. निस्यंदकाना जागा फार जास्त लागते; त्यांच्या कार्यक्षमतेत ऋतुमानाप्रमाणे

फरक पडतो; चोंदून जाणे आणि साठवण यांत समस्या निर्माण होतात; द्रवीय आणि सेंद्रिय भारणावर मर्यादा पडते; प्रायोजित वाहितमलाच्या शक्तीवर मर्यादा पडते.

ज्या निस्यंदनात खोल निस्यंदकांचा (१८ ते २४ फूट) वापर केला जातो अशा नियंत्रित निस्यंद या नांवाच्या ठिबकणाऱ्या निस्यंदन प्रक्रियेचा इंग्रॅमने प्रस्ताव केला आहे. (द. दि. २० द. ल. गॅलन आणि द. दि. द. एकर फुटास १३०० पौंड या सर्वसाधारण वेगाने भारण केलेल्या उच्चगति निस्यंदकातून अपेक्षा केलेले निष्कासन होत असताना), दोन वेळा किमान द्रवीय भारण आणि $१\frac{१}{२}$ ते $१०\frac{१}{२}$ पट सेंद्रिय भारण ही नेहमीची प्रमाणे वापरून तो BOD चे ७० टक्क्याहून जास्त निष्कासन साध्य करू शकला. त्याचा प्रायोगिक निस्यंदक आ. १२–१० मध्ये दाखविला आहे.

अपशिष्टाच्या तपमानामुळे आणि निस्यंदकाच्या संपृक्तीच्या मात्रेमुळे नेहमीच्या प्रक्रिया–वेगात कधीकधी तफावती पडत असल्याचे बेन (Behn) ने दाखवून दिले आहे. रँकिनला (२६) निस्यंदकातील निःस्त्रावाच्या पुनराभिसरणासंबंधी चिंता वाटते. अनेक उपचारण–संयंत्रांवर केलेल्या अभ्यासावरून त्याने असा निष्कर्ष काढला कीं, डोसाची मात्रा, निस्यंदकावरील भारण अथवा त्याच्या (अभ्यासाच्या व्याप्तीतील) खोलीच्या ऐवजी अनुपचारित अपशिष्ट जलाचा प्रवाह आणि पुनराभिसरण, यांच्या गुणोत्तरावर संपादणूक मुख्यतः अवलंबून असते. एकच निस्यंदक असणाऱ्या लहान संयंत्रात एका टप्प्याच्या निस्यंदकाची सर्वांत जास्त शक्यता असते पण मोठाल्या संयंत्रात, जेथे अनेक निस्यंदक वापरावे लागतात अथवा अधिक बलशाली अपशिष्टांवर उपचार करावे लागतात तेथे निस्यंदकांची दोन टप्प्यांची श्रेणीबद्ध (series)



आकृति– १२–१२. दोन टप्प्यांची श्रेणीबद्ध–समांतर जीव–निस्यंदन प्रक्रिया.

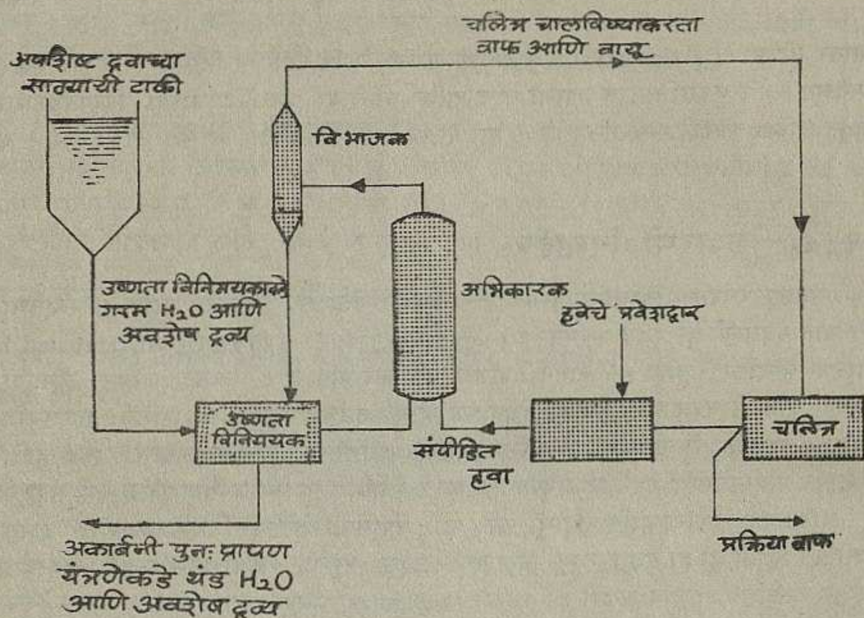
समांतर योजना (series-parallel) केलेली असते आणि टाकी व निस्यंदकांच्या सारख्याच क्षमतेच्या आणि पुनराभिसरित द्रवाची तीच राशि असलेल्या एका टप्प्याच्या निस्यंदकापेक्षा त्यातून अधिक चांगली फलप्राप्ति होते. ह्या योजनांपैकी प्रत्येकीचा आरेख आ. १२-११ व १२-१२ त चित्रित केला आहे.

१२-८. फवारणी सिंचाई-

सुवाह्य फवारणी सिंचाई व्यवस्थेच्या सहाय्याने शेतातील पिकांना पाणी पाजण्याच्या सुविख्यात पद्धतीची ही पद्धत रूपान्तरण (adaption) आहे. स्वयंप्रवृत्त (self actuated) फवारणी शीर्षाकडे सुवाह्य नलिकांतून अपशिष्ट पंप करण्यात येते. जलद जोडता येणाऱ्या नळांच्या जोडांनी सज्ज अशा हलक्या वजनाच्या अल्युमिनमच्या अगर जस्ती नलिका वापरण्यांत येतात. त्यामुळे सिंचाईक्षेत्राकडे नलिका नेणे, आणि त्या जलदी जोडणे शक्य होते. भूपृष्ठावर पावसाप्रमाणे अपशिष्टे प्रयुक्त करण्यात येतात. पृष्ठीय अपवाह होऊ नये म्हणून अगर आच्छादक पिकांना हानि पोहोचू नये पण अपशिष्ट जलाची राशि जास्तीत जास्त अवशोषित व्हावी हा ही पद्धत लागू करण्याचा उद्देश असतो. फवारणी-सिंचाई व्यवस्थेत खालील घटकांचा अंतर्भाव असतो :

१) फवारणी करावयाची जमीन,
२) अवशोषण आणि धूप थांबविण्याला मदत म्हणून वनस्पतियुक्त आच्छादक पीक,
३) यंत्रचलित चाळण संच,
४) उल्लोल कुंड (surge tank) अगर गर्ता,
५) सहाय्यक स्थिर चाळण,
६) फवारणी तोटीत लागणारा दाब विकसित करणारा पंप,
७) मुख्य नळ,
८) पार्श्व नलिका,
९) द. चौ. इंचास ३५ ते १०० पौंड दाबाखाली चालणारा स्वयंप्रवृत्त परिभ्रामी फवारक.

कमी उंच वाढणाऱ्या दाट गवतासारखे चांगले आच्छादक पीक आणि चांगल्याप्रकारे समतल क्षेत्र असल्यास ३ ते ४ इंच खोलीपर्यंत दर ताशी ०.४ ते ०.६ इंचाच्या प्रमाणात अपशिष्टाची प्रयुक्ति करता येते. वसंत ऋतु, उन्हाळा व शरद ऋतूपुरतीच ही कार्यपद्धति मर्यादित असते.



आकृति १२–१३. आर्द्र–ज्वलन–प्रक्रिया संचाची आयोजन व्यवस्था

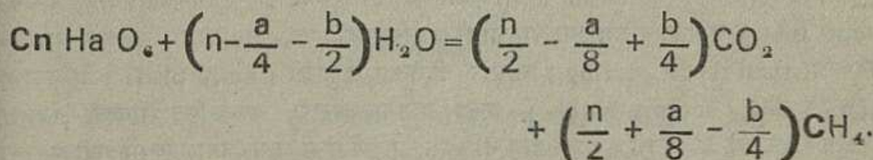
१२–९. आर्द्र ज्वलन–

(द. चौ. इं. स १२०० पौंड) उत्थापित दाबाखाली अभिक्रियक (reactor) भांड्यात जीवांनी भरलेले अपशिष्ट-जल आणि हवा पंप करण्याची ही कार्य पद्धति आहे. (आ. १२–१३). जरी जीवांश अपशिष्टांत विलीन झाले असले अगर तरंगत असले तरी, त्यांचे जलद ऑक्सीकरण होते. ह्या जलद ऑक्सीकरणामुळे प्रत्यक्ष संनयनाने (convection) पाण्यात उष्णता निर्माण होते, आणि त्याचे वाफेत अतिजलद (flash) परिवर्तन होते. अनेक औद्योगिक अपशिष्टांत अस्तित्वात असलेली अकार्बनिक रसायने ह्या वाफेतून स्वतंत्र कक्षात पुनःप्राप्त होतात ह्या प्रक्रिया सुरू करण्यापुरतीच बाहेरच्या साधनांनी उष्णता लागू करण्यात येते; त्यानंतर ती उष्णता टिकून राहण्याकरता स्वतःची सुमारे १२ ते २० टक्केच उष्णता लागते. उरलेली ८० ते ८८ टक्के उष्णता प्रक्रिया वाफ म्हणून अगर विद्युत् अथवा यांत्रिकी शक्तीकरता, टरबाइन्स फिरविण्यासाठी वापरता येते. जेथे वाफेची आवश्यकता असते व अशा अपशिष्टांवरील उपचारणाकरता उपकरणांवर खर्च करणे समर्थनीय होईल इतपत खर्चाचे असते आणि जेथे अपशिष्टातील अकार्बनिक रसायने पुनःप्राप्त आणि पुनरुपयोग करणे न्याय्य ठरेल इतकी

मूल्यवान असतात तेथे, ह्या कार्यपद्धतीला चांगला वाव आहे. जेव्हा अपशिष्टात सेंद्रिय द्रव्याची टक्केवारी किमान असते तेव्हाच आर्द्र ज्वलन प्रक्रिया स्वावलंबी होऊ शकते.

१२–१०. वातनिरपेक्ष पाचन-

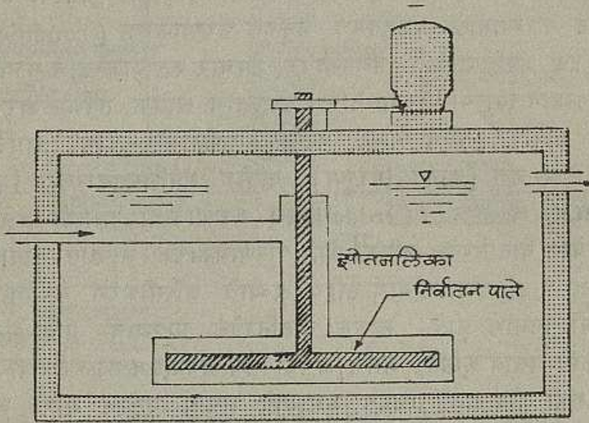
हवेच्या अनुपस्थितीत बंद भांड्यात सेंद्रिय द्रव्याचे ऑक्सीकरण करण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या प्रक्रियेस वातनिरपेक्ष पाचन म्हणतात. ही प्रक्रिया अत्यंत यशस्वी ठरली आहे आणि अंतिम विल्हेवाट करण्यासाठी वाहितमल अनुकूल करण्याकरता (condition) वापरण्यात आली आहे. (द्रव अपशिष्टांपेक्षा अवमलावर उपचार करण्याकरताच मुख्यत्वेकरून पाचन करण्यात येत असल्याने त्याच्या परिचालनाच्या उपपत्तीचे अधिक तपशीलवार वर्णन १३ व्या प्रकरणात दिले आहे.) तसेच यीस्ट, कापूस – सफेतीची – द्रोणी, खाटिकखाना, दुग्ध-व्यवसाय, आणि शुभ्र–जल (कागद गिरण्या), यांतील अपशिष्टांसारख्या विलेय सेंद्रिय द्रव अपशिष्टांतील BOD चे अपचयन (reduction) करण्यात ती प्रभावी असते. सामान्यत: वातजीवी प्रक्रियेपेक्षा वातनिरपेक्ष प्रक्रिया कमी परिणामकारक असतात; त्याचे मुख्य कारण हे असते कीं, जेव्हा वातनिरपेक्ष जीवाणू सेंद्रिय द्रव्याचे ऑक्सीकरण करतात तेव्हा त्यातून फारच थोडी ऊर्जा निर्माण होते. म्हणून वातनिरपेक्ष प्रक्रियांची गति मंद असते आणि दैनंदिन भारण कमी असावे लागते, आणि/अथवा दीर्घ अवरोधन काल ठेवावा लागतो. तथापि शक्तीची अगदी कमी जोड द्यावी लागत असल्याने अथवा मुळीच द्यावी लागत नसल्याने, परिचालनास खर्च फार कमी लागतो. जेव्हा द्रव अपशिष्ट अल्प प्रमाणात असते आणि त्यात हानिकारक (विषाक्त) द्रव नसते, आणि ऑक्सीकरण सहज झालेल्या विलीन सेंद्रिय द्रव्याची टक्केवारी उच्च असते तेथे, ह्या कार्यपद्धतीत वातजीवी पद्धतीपेक्षा निश्चित फायदे असतात. पाचित्रातील pH जवळजवळ उदासीन बिंदूच्या निकट नियंत्रित केला पाहिजे. औद्योगिक अपशिष्टांतील सेंद्रिय द्रव्याचे कार्बनडायऑक्साइड आणि मीथेन मध्ये परिवर्तन करण्यासाठी बस्वेलने (४) खालील ढोबळ समीकरण प्रस्तावित केले आहे :



$$C_nH_aO_b + \left(n - \frac{a}{4} - \frac{b}{2}\right)H_2O = \left(\frac{n}{2} - \frac{a}{8} + \frac{b}{4}\right)CO_2 + \left(\frac{n}{2} + \frac{a}{8} - \frac{b}{4}\right)CH_4.$$

युनायटेड स्टेट्समध्ये, यीस्ट, ब्युटॅनॉल अॅसेटोन, आसवनी, चिकी (chewing gum) आणि मांसाची पॅकबंदी करण्यासाठी, त्यांच्या अपशिष्टांवरील उपचारणाकरता वातनिरपेक्ष

उपचार संयंत्रे उभारण्यात आली आहेत. खाटिक खान्यातील अपशिष्टे वातनिरपेक्ष पाचनाला उत्तमप्रकारे प्रतिसाद देतात असे पीटेलला व इतरांना (२५) आढळून आले तथापि, १९५९ पर्यंत ग्रेटब्रिटनमध्ये पूर्णाकार वातनिरपेक्ष पाचन संयंत्रे अस्तित्वात नव्हती. युनायटेडस्टेट्समध्ये दररोज पाचित्राच्या द. घ. फु. स BOD ची भारणे ०.००३ ते ०.१९१ पौंडा इतकी असताना ह्या अपशिष्टांतून BOD त ६० ते ९२ प्रतिशत् घट साध्य करता आली. सेंद्रिय द्रव्यांच्या संकेंद्रणांची व्याप्ति १५६५ ते १७००० ppm BOD इतकी होती.



आकृति १२–१४. नमुनेदार निर्वातन योजना–

१२–११. निर्वातन योजना -

अपशिष्टांच्या यांत्रिकी वातनाची निर्वातन योजना ही एक कार्यपद्धति आहे. संपूर्ण निर्वातक समूहात, अंतःस्त्रावी नळीला जोडण्यासाठी द्वारे ठेवलेली उदग्र–वायुप्रवाह नलिका (draft tube) अधिक चलित्राच्या पातळीवर बसविलेल्या एक समायोजी गुलिका–प्रघात–धारकाचा (ball thrust bearing) आधार दिलेल्या बहुपखी (multi blade) प्रकाराचा परिभ्रमक समूह (rotor assembly), यांचा समावेश असतो. गंजरहित पोलादी दंडावर परिभ्रमक बसविलेला असतो व वायुप्रवाह नलिकेसह संपूर्ण संचाला संरचनात्मक पोलादी पुलाचा आधार दिलेला असतो. आ. १२–१४ त (२८) एक नमुनेदार अनुप्रस्थ छेद (cross-section) दाखविला आहे. परिभ्रमकाचा वेग विशिष्ट क्रांतिक वेगापेक्षा जास्त होताक्षणी पोकळ उदग्र नळीतून वातावरणातील हवा आंत खेचली जाते आणि अपशिष्टात विसर्जित होते. परिभ्रमक

आपल्या विक्षुब्ध मार्गात निर्वातनाचा एक विभाग निर्माण करतो आणि विरळ कमी दाबाच्या क्षेत्रात हवेचा शिरकाव होतो. धारण होत असलेल्या (entrained) हवेची राशि, परिभ्रमकाचा आकार व रूप, दर मिनिटास होणारे फेरे, आणि पाण्याची खोली, यांच्यावर अवलंबून असते. विनिर्मात्यांचा असा दावा आहे कीं, वातनाच्या रूढ उपकरणात हवेतील उपलब्ध ऑक्सिजन पैकी ५ टक्के ऑक्सिजन वापरता येतो, या उलट ह्या पद्धतीत किमान २५ टक्के हवेतील उपलब्ध ऑक्सिजन वापरता येतो. (सीलबंद डब्यांच्या कारखान्यातील अपशिष्टे आणि वाहितमलाच्या) किमान एका अपशिष्ट–उपचारण संयंत्रात द. दि. द. पौंड BOD ला ११० घ. फूट हवेचा पुरवठा होत असताना ९० टक्के BOD चे निष्कासन साध्य करता आले. समतुल्य १२००० लोकसंख्येकरता परिचालनाला द. दि. १२.८० डॉलर खर्च आला (२८). ह्या योजनेत अलिकडे केलेल्या सुधारणेत अपशिष्ट जलात (पण त्याच्या पृष्ठभागाजवळ) निमज्जित केलेल्या परिभ्रमकाने यांत्रिकी मिश्रण करण्यात येते. त्यामुळे शक्तीवरील खर्च कमी होतो, पण त्यावेळी वातन अगर मिश्रणांच्या कार्यक्षमतेत हानि झाल्याचे दिसून येत नाही. उच्च प्रमाणात सेंद्रिय द्रव्य असलेल्या अपशिष्टांवर दुय्यम उपचार करण्याची सर्वांत जास्त काटकसरीची ही योजना होईल असा विश्वास वाढतो.

१२–१२. विहिरीतील अंतःक्षेपण (injection) –

विलीन सेंद्रिय द्रव्यासहित अपशिष्टांची खोल विहिरीत अंतःक्षेपण करून, जेव्हा नाल्यातील प्रवाह मंद असतो अगर बंद असतो अशा क्षेत्रात, विशेषत: अपशिष्टांना दुर्गंधी येत असताना अथवा ती विषाक्त असताना व त्यात अगदी अल्पप्रमाणात तरंगते द्रव्य असताना अथवा त्याच्या अनुपस्थितीत, यशस्वीपणे विल्हेवाट करता आली आहे. याकरता विचारात घ्यावयाच्या घटकांत, विहिरीची आवश्यक खोली, स्थलमंडलीय भूरचना (surface geological formation), अंतःक्षेपण दाब, आणि अपशिष्टांच्या राशी व वैशिष्ठ्ये, यांचा समावेश होतो.

संदर्भ–

१– निनावी, "स्युवेज स्टॅबिलायझेन पाँड्स इन दि डाकोटाज," उत्तर व दक्षिण डाकोटांतील स्वास्थ्य विभाग आणि युनायटेड स्टेट्स स्वास्थ्य, शिक्षण, आणि कल्याण विभाग, यांचा संयुक्त अहवाल, १९५७.

२– बेन, व्ही. सी., "ट्रिक्लिंग फिल्टर फॉर्म्यूलेशन्स," जैवी उपचार परिषद, मॅनहटन महाविद्यालय, संशोधनात्मक निबंध क्र. २६, एप्रिल २०–२२, १९६०.

३– बुश, ए. डब्ल्यू., आणि ए. ए. कॅलिन्स्के, "दि युटिलायझेन ऑफ कायनेटिक्स ऑफ ॲक्टिव्हेटेड स्लज इन प्रोसेस अँड इक्विपमेंट ऑफ डिझाइन," **इन बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट ऑफ स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स.** न्यूयॉर्क : रीनहोल्ड पब्लिशिंग कॉर्पो., १९५६, पा. २७७.

४– बुस्वेल, ए. एम., आणि डब्ल्यू. डी. हॅटफील्ड, "अॅनेरोबिक फर्मेंटेशन्स," बिज्ञप्ति (bulletin) क्र. ३२, इलिनॉइस राज्य शासकीय जल सर्वेक्षण बिभाग, अर्बाना, इलिनॉइस, १९३९.

५– व्हॉन डेर एम्ड, डब्ल्यू., "आस्पेक्ट्स ऑफ हाय रेट ॲक्टिव्हेटेड स्लज प्रोसेस," बिज्ञप्ति क्र. ३५, गंवी अपशिष्ट उपचार परिषद, मॅनहटन महाविद्यालय, एप्रिल २०, १९६०.

६– हॅझेल्टाइन, टी. आर., "ए रॅशनल ॲप्रोच टू दि डिझाइन ऑफ ॲक्टिव्हेटेड स्लज प्लँट्स," **इन बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट ऑफ स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स.** न्यूयॉर्क: रीनहोल्ड पब्लिशिंग कॉर्पोरेशन १९५६ पा. २५७.

७– हर्मन, ई. आर., आणि ई. एफ. ग्लॉयना, "वेस्ट्स स्टॅबिलायझेन पॉड्स," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, ५, ६४६ (मे १९५८), ३०, ४, ५११ (एप्रिल १९५८).

८– Heukelekian, एछ., "कॅरेक्टरिस्टिक्स अँड ट्रीटमेंट ऑफ पेनिसिलीन वेस्ट्स," इंडस्ट्रियल अँड इंजिनिअरिंग केमिस्ट्री, ४१, ७, १५३५ (जूलै १९४९).

९– Heukelekian, एछ, "एरिएशन ऑफ सोल्यूबल ऑर्गॅनिक वेस्ट्स वुइथ नॉन फ्लॉक्यूलंट ग्रोथ्स," इंडस्ट्रियल अँड इंजिनिअरिंग केमिस्ट्री, ४१, ७, १४१२ (जूलै १९४९).

१०– Heulekian, एछ, "ट्रीटमेंट ऑफ स्ट्रेप्टोमायसीन वेस्ट्स," इंडस्ट्रियल अँड इंजिनिअरिंग केमिस्ट्री, ४१, ७, १४१२ (जूलै १९४९).

११– हॉलंड (Howland), डब्ल्यु. ई., "फ्लो ओव्हर पोरस मीडिया ऍज इन ए ट्रिक्लिंग फिल्टर," १२ औद्योगिक अपशिष्ट परिषदेची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, १९५७, पा. ४३५.

१२– इंग्रॅम, डब्ल्यू. टी., "ए न्यू ॲप्रोच टू ट्रिक्लिंग फिल्टर डिझाइन ", अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजिनिअर्सची कार्यवाही, संशोधनात्मक निबंध क्र, ९९९, खंड ८२, १९५६.

१३– क्रॉस, एल. एस., "दि यूज ऑफ डायजेस्टेड स्लज अँड डायजेस्टर ओव्हरफ्लो टू

कंट्रोल बल्किंग ऑफ्र ॲक्टिव्हेटेड स्लज," स्युवेज वर्क्स जर्नल, १७१६, ११७७ (नोव्हेंबर १९४५).

१४– क्रॉस, एल. एस.," ड्युअल एरिएशन ॲज ए रगेड ॲक्टिव्हेटेड स्लज प्रोसेस," स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रीयल वेस्ट्स, २७, १२, १३४० (डिसेंबर १९५५).

१५– मॅक् किन्ने, आर. ई , जे. एम. सिमन्स, डब्ल्यू. जी. शिफ्रिन, व एम. वेझीना, "ए डिझाइन ॲंड ऑपरेशन ऑफ ए कंप्लीट मिक्सिंग ॲक्टिव्हेटेड स्लज सिस्टिम," स्युवेज ॲंड इंडट्रियल वेस्ट्स, ३०, ८, २८१ (मार्च १९५८).

१६– नेमेरो एन. एल., "डिस्पर्स्ड एरिएशन ऑफ कॉटन फिनिशिंग वेस्ट्स: II इफेक्ट ऑफ हाय pH ॲंड लोअर्ड एअर रेट," अमेरिकन डायस्टफ रिपोर्टर्स, ४६, १६, ५७५ (ऑगस्ट १९५७).

१७– नेमेरो, एन. एल ," होल्डिंग ॲंड एरिएशन ऑफ कॉटन मिल फिनिशिंग वेस्ट्स," ५ व्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक परिषदेची कार्यवाही, (एप्रिल १९५६, पा. १४९.

१८– नेमेरो, एन. एल., "ऑक्सिडेशन ऑफ कॉटन कियर वेस्ट्स," स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ९, १०६० (सप्टेंबर १९५५).

१९– नेमेरो, एन. एल., "ऑक्सिडेशन ऑफ एन्झाइम डीसाइझ ॲंड स्टार्च रिन्स टेक्स्टाइल वेस्ट्स," स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, १० १२३१ (आक्टोबर १९५४).

२०– नेमेरो, एन. एल., आणि जे. सी. ब्रायसन," हॅंकॉक एअर फोर्स बेस वेस्ट स्टॅबिलायझेशन रिसर्च रिपोर्ट," सायरॅक्यूज विश्वविद्यालयाने युनायटेड स्टेट्स हवाई दलाला सादर केलेला अहवाल, मार्च १९६०.

२१– नेमेरो, एन. एल., "ॲक्सिलरेटेड वेस्ट ऑक्सिडेशन पॉंड स्टडीज," तिसरी जैवी अपशिष्ट परिषद, मॅनहटन महाविद्यालय, एप्रिल २२, १९६०.

२२– नेमेरो. एन. एल., आणि डब्ल्यू रुडॉल्फ्स, "रॅग, रोप ॲंड जूट वेस्ट्स फ्रॉम स्पेशल्टी पेपर मिल्स, V ट्रीटमेंट बाय एरिएशन," स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स,२४, ८, १००५ (ऑगस्ट १९५२).

२३– नेमेरो, एन. एल., आणि जे. रे, "बायोकेमिकल ऑक्सिडेशन ऑफ ग्ल्यूकोज बाय डिस्पर्स्ड ग्रोथ एरिएशन," बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट ऑफ स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स. न्यूयॉर्क : रीन पब्लिशिंग कॉर्पो., १९५५, प्रकरण १–७.

२४– ऑस्वॉल्ड, डब्ल्यू. जे., "फंडामेंटल फॅक्टर्स इन ऑक्सिडेशन पॉंड डिझाइन," जैवी

अपशिष्ट उपचार परिषद, मॅनहटन महाविद्यालय, संशोधनात्मक निबंध क्र. ४४, एप्रिल २०, १९६०.

२५– पेटेट, ए. ई. जे., टी. जी. टॉम्लिन्सन, आणि जे. हेमेन्स, "दि ट्रीटमेंट ऑफ स्ट्राँग ऑरगॅनिक वेस्ट्स बाय एनेरोबिक डायजेशन," जर्नल ऑफ दि इन्स्टिटयूट ऑफ पब्लिक हेल्थ इंजिनिअर्स (जूलै १९५९), पा. १७० (ब्रिट).

२६– रँकिन, आर. एस., "पर्फॉर्मन्स ऑफ बायोफिल्ट्रेशन प्लँट्स बाय थ्री मेथड्स," अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजिनिअर्सची कार्यवाही, ७९, स्वतंत्र क्र ३३६ नोव्हेंबर १९५३).

२७– सॉयर, सी. एन., "ॲक्टिव्हेटेड स्लज मॉडिफिकेशन्स," जर्नल ऑफ वॉटर पोल्यूशन कंट्रोल असोसिएशन, ३२, ३, २३३ (मार्च १९६०).

२८– शूल्झ, के. एल., आणि एछ. एस. फॉर्थ, "न्यू लो कॉस्ट सेकंडरी ट्रीटमेंट बाय न्यू कॅव्हिटेशन सिस्टिम," वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, १०२, २, ७४ (फेब्रुवारी १९५५).

२९– स्ट्रूझेस्की, ई. जे., आणि एन. एल. नेमेरो, "डिस्पर्स्ड ग्रोथ एरिएशन ऑफ प्रोटीन ग्ल्यूकोज मिक्श्चर्स," १२ व्या औद्योगिक अपशिष्ट परिषदेची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९५४) पा. १४५.

३०– टॅप्लेशे, जे. ए., "टोटल ऑक्सिडेशन ट्रीटमेंट ऑफ ऑरगॅनिक वेस्ट्स," स्युवेज अँड इंडस्ट्रीयल वेस्ट्स, ३०, ५, ६५२ (मे १९५८).

३१– उलिरछ, ए. एछ, आणि एम. डब्ल्यू. स्मिथ, "दि बायोसॉर्प्शन प्रोसेस ऑफ स्युवेज अँड वेस्ट ट्रीटमेंट," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, १०, १२४८ (ऑक्टोबर १९५१).

३२– ऊलिरच, आर. ए., आणि एम. डब्ल्यू. स्मिथ, "ऑपरेशन एक्स्पीरिअन्स वुइथ ॲक्टिव्हेटेड स्लज बायोसॉर्प्शन ॲट ऑस्टीन, टेक्सास, "स्युवेज अँड इंडस्ट्रीयल वेस्ट्स, २९, ४, ४०० (एप्रिल १९५७).

३३– वेल्झ, सी. जे., "बेसिक लॉ फॉर दि परफार्मन्स ऑफ बायॉलॉजिकल फिल्टर्स," स्युवेज वर्क्स जर्नल, २०, ४, ६०७ (जूलै १९४८).

३४– "वेट कंबशन ऑफ वेस्ट्स," पॉवर इंजिनिअरिंग, क्र. १२, (डिसेंबर १९५३), पा. ६३.

३५– झोबेल, सी. ई., "दि इन्फ्ल्युएन्स ऑफ सॉलिड सर्फेस अपॉन दि फिजिऑलॉजिकल ॲक्टिव्हिटीज ऑफ बॅक्टीरिआ इन सी वॉटर," जर्नल ऑफ बॅक्टीरिऑलजी, ३३, ८६ (जानेवारी १९३७).



: १३ : अवमलातील घनपदार्थांची विल्हेवाट लावणे

कोणत्याही एका अथवा सर्व द्रव अपशिष्टांच्या उपचारणात तरंगत्या आणि विलीन घनपदार्थांचे अपशिष्टांतून निष्कासन करण्याच्या क्रियेस प्रधान महत्व असते. तथापि, एकदा का द्रवातून घनपदार्थ काढून टाकले की त्यांची विल्हेवाट करणे ही एक महत्वपूर्ण समस्या बनते. दुर्दैवाने घनपदार्थांच्या अंतिम विल्हेवाटीकरता काल आणि पैसा खर्च करण्याऐवजी अपशिष्ट अभियंते त्यांच्या निष्कासनात जास्त वेळ आणि पैसा खर्च करतात. अनेक वेळा, अन्य प्रकारे योग्य अभिकल्पन आणि परिचालन केलेल्या अपशिष्ट उपचारण संयंत्रात घनपदार्थांच्या विल्हेवाटीची योजना अकार्यक्षम असल्याने अडचणी निर्माण होतात. जेव्हा घनपदार्थांच्या विल्हेवाटीची योजना अकार्यक्षम असते तेव्हा प्रवाही (flow through) उपचारण-संचात घन-पदार्थ साठून राहण्याची प्रवृत्ति निर्माण होते व जेव्हा ते पदार्थ साठून राहतात तेव्हा एकंदर निष्कासन-क्षमता कमी होण्यास सुरवात होते. म्हणून, अवमलाची हाताळणी योग्य प्रकारे करण्यात यावी म्हणजे सर्व अपशिष्टांच्या एकंदर उपचारण (क्षमतेत) वाढ होते. अवमलातील घनपदार्थांच्या संबंधात सामान्यपणे वापरल्या जाणाऱ्या बहुतेक पद्धतींचा खालील यादीत समावेश केलेला आहे :

१) अवमल पाचन
२) निर्वात निस्यंदन
३) निक्षालन (elutriation)
४) शुष्कन संस्तर
५) अवमलाची खांजणे
६) झीमरमनची ज्वलन पद्धत
७) सिकरित (atomized) निलंबन
८) शुष्कन आणि भस्मीकरण
९) अपकेंद्रण
१०) अवमलाची पडावातून वाहतूक
११) जमीन भराव
१२) संकीर्ण पद्धती.

१३-१. अवमल पाचन-

अवमलातील घन पदार्थाची अंतिम विल्हेवाट करण्याकरता करण्यात येणाऱ्या तयारीची पाचन ही सामान्य पद्धत आहे. प्राथमिक, दुय्यम आणि इतर द्रोण्यांत अवस्थापित झालेले

सर्व घनपदार्थ बंदिस्त हवाबंद पाचित्रात पंप केले जातात. तेथे ते शीघ्रतया वातनिरपेक्ष पर्यावरणात विघटित होतात. योग्य बीजारोपण, pH, घनपदार्थांचा गुणधर्म, तपमान, आणि सक्रिय पाचक बीज द्रव्याशी अनुपचारित घनपदार्थांच्या मिश्रणाच्या मात्रा, यांवर त्यांच्या विघटनाचा वेग मुख्यत्वेकरून अवलंबून असतो. अवमलातील घनपदार्थांचा सहज निकास होईल असे त्याना बनविणे, व सेंद्रिय द्रव्यातील काही भागाचे वायुरूप अंतिम पदार्थात परिवर्तन करणे, असे दुहेरी कार्य पाचनामुळे घडून येते.

हायड्रोलायटिक आणि मीथेन असे अणुबीजांचे दोन गट पाचनाचे कार्य करतात. वाहितमल आणि अपशिष्ट अवमलात हायड्रोलायटिक जीवाणू अधिक संख्येने उपस्थित असतात आणि त्यांचे पुनरुत्पादन जलद घडून येते; ते मृतोपजीवी (saprophytic) अणुजीव असतात आणि गुंतागुंतीच्या सेंद्रिय पदार्थांच्यावर हल्ला करतात आणि साध्या सेंद्रिय सयुगात त्यांचे परिवर्तन करतात. ह्या मृतोपजीवी अणुजीवांत अम्ल निर्माण करणारे अनेक जीवाणू असतात; ते परमाणु वजन कमी असणारी असेटिक आणि ब्युटिरिक अम्लासारखी वसीय अम्ले (fatty acids), निर्माण करतात. त्यावेळी अवक्रमण (degradation) प्रक्रिया होत असतात. काही उदाहरणांत, अशी अम्ले इतकी निर्माण होतात की, ज्या पातळीवर सर्व जैवी क्रिया अवरुद्ध होते त्या पातळीपर्यंत pH खाली आणण्यास ती पुरेशी होतात.

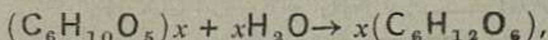
सुदैवाने, मीथेन जीवाणूंचा दुसरा अणुजीवी गट अम्ल आणि मृतोपजीवी जीवाणूंनी बनविलेल्या अन्य अंतिम पदार्थांचा उपयोग करू शकतो. मीथेन निर्मितीकारक pH मधील फरकांशी संवेदनक्षम असतात, आणि ते pH च्या ६.५ ते ८.० ह्या संकुचित व्याप्तीत, ७.२ ते ७.४ हे अनुकूलतम मूल्य असताना, बहुप्रसवी (proliferate) बनतात. शिवाय, त्यांची संख्या अल्प असते आणि पुनरुत्पादन सावकास होते. परिणामतः, मीथेन जीवाणूंच्या मर्यादित राशीमुळे पाचन होऊ शकेल इतक्या सेंद्रिय अम्लाच्या राशीपेक्षा जास्त राशी तयार होऊ शकते. त्याचा परिणाम pH कमी होण्यात होतो, आणि मीथेन जीवाणूंची अधिक गैरसोय होईल अशी परिस्थिती निर्माण होते. जेव्हा हे घडून येते तेव्हा सामान्यपणे चुना मिसळण्यात येतो व साधारण परिस्थिती पुनः निर्माण होईपर्यंत पाचन क्रियेस काहीवेळ विश्रांती देण्यात येते.

दोन्ही प्रकारच्या जीवाणूंना योग्य पर्यावरण मिळण्याकरता, जीवांची संख्या, अन्नपुरवठा, तपमान, pH व अन्नाची सुलभता, यांच्या दरम्यान संतुलन असावे लागते. खालील घटक पाचक क्रियेच्या प्रभावीपणाचे मापक असतात. वायुनिर्मिति (राशि व दर्जा, दोन्हीही), घनपदार्थांचे संतुलन (एकूण बाष्पशील, आणि स्थिर), BOD, अम्लता आणि pH, बाष्पशील अम्ले, ग्रीज, अवमल वैशिष्ठे व गंध.

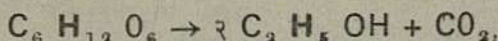
पाचनाने ५० टक्क्याइतकी अवमलाची राशि कमी होते. पाचनानंतर अवमल सुकविला जातो आणि / अगर जाळून टाकण्यात येतो, अथवा खत अगर जमीन भराव म्हणून वापरण्यात येतो.

पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे, सेंद्रिय द्रव्याचे किण्वन (पाचन) दोन टप्प्यांत होते: (१) जलविश्लेषक (hydrolitic) क्रिया, जिच्यात सेंद्रिय पदार्थाचे वसीय अम्ल आणि अल्कोहोलमध्ये परिवर्तन होते, आणि (२) कार्बन डाय ऑक्साइडची उत्पत्ति (evolution) आणि त्याचवेळी मीथेनमध्ये अपचयन (reduction) होते. (प्रत्यक्षात CO_2 चा व्यय होतो). कार्बोहायड्रेट्स, वसा, आणि प्रथिनांची खालील सामान्य समीकरणे प्रातिनिधिक आहेत :

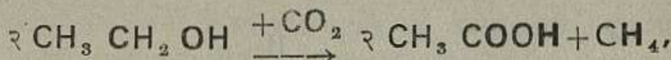
कार्बोहायड्रेट्स :



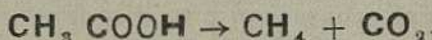
$$(C_6H_{10}O_5)x + xH_2O \rightarrow x(C_6H_{12}O_6),$$



$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow २ C_2H_5OH + CO_2,$$

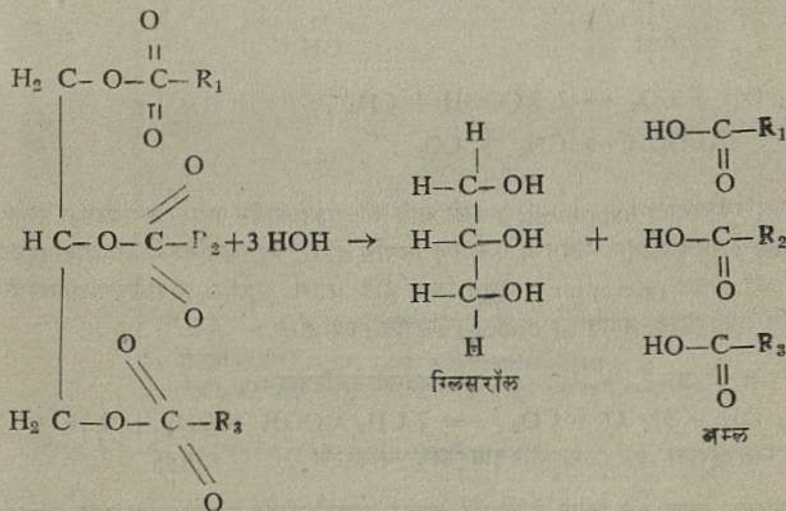


$$२ CH_3CH_2OH \xrightarrow{+CO_2} २ CH_3COOH + CH_4,$$

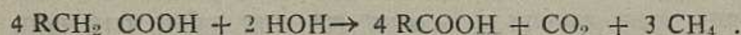


$$CH_3COOH \rightarrow CH_4 + CO_2$$

चरबी :

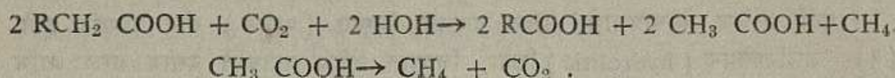


अम्लांचे अल्फा ऑक्सीकरण :



$$4\,RCH_2\,COOH + 2\,HOH \rightarrow 4\,RCOOH + CO_2 + 3\,CH_4\,.$$

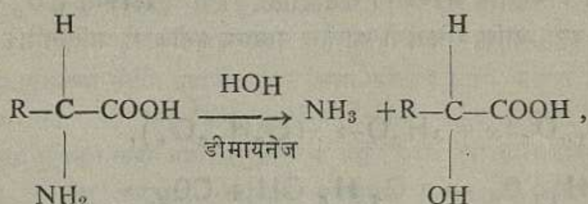
अम्लांचे बीटा ऑक्सीकरण :

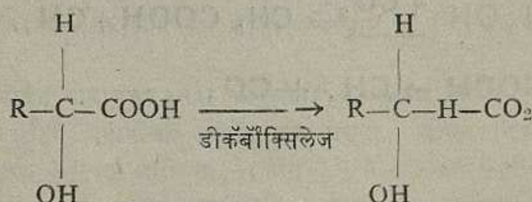


$$2\,RCH_2\,COOH + CO_2 + 2\,HOH \rightarrow 2\,RCOOH + 2\,CH_3\,COOH + CH_4$$

$$CH_3\,COOH \rightarrow CH_4 + CO_2\,.$$

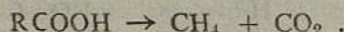
प्रथिने :





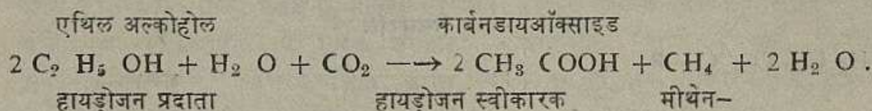


$$2\,RCH_2\,OH + CO_2 \rightarrow 2\,RCOOH + CH_4\,,$$



$$RCOOH \rightarrow CH_4 + CO_2\,.$$

एक परिकल्पना (hypothesis) अशी आहे कीं, एका कार्बन डाय ऑक्साइडच्या रेणुच्या (molecule) अपचयनातून मीथेनचा एक रेणू निर्माण होतो, म्हणजेच कार्बनडायऑक्साइडची हायड्रोजन-स्वीकारक (acceptor) म्हणून क्रिया होते आणि खालील समीकरणातल्याप्रमाणे अल्कोहोलची हायड्रोजन-प्रदाता (donor) म्हणून क्रिया होते :



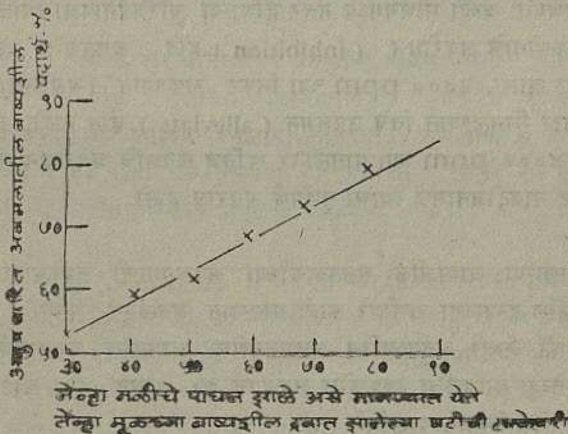
$$2\,C_2\,H_5\,OH + H_2\,O + CO_2 \longrightarrow 2\,CH_3\,COOH + CH_4 + 2\,H_2\,O\,.$$

आपणाला सहज असे दिसून येईल कीं, कार्बन डायऑक्साइड हा एक महत्वाचा अन्नघटक

आहे. संमिश्र संवर्धनात (culture), अन्य जीवांच्याकडून कार्बन डायऑक्साइड निर्माण होतो आणि म्हणून सल्फेट्स अथवा नायट्रेट्सपेक्षा तो अधिक उपलब्ध होतो. हायड्रोजनच्या स्थानांतरणाचा संबंध असलेल्या प्रक्रियांच्या साखळीचे किण्वन असे बुस्वेलने (७) वर्णन केले आहे.

अवक्रमण क्रियापद्धतीतील सर्वात मंद प्रक्रिया मीथेनची निर्मिती ही असते. म्हणून ती पद्धति वेगनियंत्रक प्रक्रिया बनते. मिथेनच्या जीवाणूंची आवश्यक शरीरक्रियात्मक वैशिष्ठ्ये खालीलप्रमाणे असतात : १) ती अनिवार्यतः वातनिरपेक्ष असतात; २) त्यांना हायड्रोजन स्वीकारक म्हणून कार्बन डाय ऑक्साइड लागतो; ३) हायड्रोजन प्रदाता म्हणून ती कॅल्शियम अॅसेटेट, ब्युटिरेट, एथिल व ब्युटिल अल्कोहोलसारखी साधी सेंद्रिय आधार द्रव्ये वापरतात; ४) त्यांच्या नायट्रोजनची उत्पत्ति अमोनियातून होते; ५) ऊर्जा उपज मंद असल्याने त्यांचा विकास सावकास होतो; ६) ती बीजाणू (spores) बनवत नाहीत; ७) pH मधील बदलास ती अतिसंवेदनक्षम असतात.

बुस्वेलने (७) असा निष्कर्ष काढला आहे की, वसीय अम्ली आधार-द्रव्यात कार्बनच्या अणूंची जितकी जास्त टक्केवारी तितकी वायूतील मिथेनची टक्केवारी अधिक. बेकरने (२) मिथेनच्या किण्वनाची पुढील अनन्य लक्षणे प्रस्थापित केली आहेत :



आकृति १३-१. पाचनक्रिया करून अनुपचारित वाहितमलातील बाष्पशील द्रव्याचे अपचयन (२१).

१) संमिश्र अथवा समृद्ध संवर्धनात मीथेनचे किण्वन घडून येते आणि म्हणून मोठ्या प्रमाणात ते सतत टिकवता येते.

२) लिग्निन व खनिज तेलांच्या व्यतिरिक्त आधार द्रव्याच्या कोणच्याही प्रकाराला किण्वन लागू करता येते.

३) प्रक्रिया संख्यात्मक असते आणि तिच्यामुळे कार्बनडायऑक्साइड आणि मीथेनमध्ये संपूर्ण आधार द्रव्याचे परिवर्तन होते.

४) ० ते ५५°c या तपमानाच्या व्याप्तीत त्यावर विशिष्ट तपमानाची मर्यादा घातलेली नसते, परंतु एकदा का विशिष्ट तपमानाशी संवर्धन अनुकूलित (acclimated) झाले की दोन अंशाच्या पतनानेसुद्धा मीथेनच्या किण्वनात संपूर्णपणे बाधा येते व साठवलेली अम्ले अडथळे आणणारी बनतात.

५) निष्क्रिय घनपदार्थांच्या उपस्थितीस महत्व असते, व म्हणून औद्योगिक अपशिष्टात गवत अगर भुसा मिसळण्याची जरुरी असते.

६) जर आधार द्रव्याचे संकेंद्रण फार झालेले असेल तर बाष्पशील अम्ले साचून राहतात आणि विशेषत: जेव्हा मीथेनमध्ये नंतर होणाऱ्या परिवर्तनापेक्षा त्यांचे साठवण जास्त वेगाने होते तेव्हा किण्वनाचे अवरोधन (inhibition) होते. बाष्पशील अम्लाची पातळी ३००० ppm च्या खाली, २००० ppm च्या निकट राखण्याने (असलेल्या) परिस्थितीत मदत मिळते पण क्षार मिसळण्याने तिचे उपशमन (alleviate) होत नाही, कारण तो pH–परिणाम नसतो. ४००० ppm च्या पातळीवर खनिज लवणांचे अवरोधन सुरू होते आणि ५० ppm नायट्रेट नायट्रोजनामुळे त्याचा पूर्णपणे अवरोध होतो.

पाचनाने होणाऱ्या बाष्पशील घनपदार्थांच्या अपचयनाची टक्केवारी, अनुपचारित अवमलातील बाष्पशील द्रव्याच्या राशीवर काही प्रमाणात अवलंबून असते. श्लेंझला (२१) असे आढळून आले कीं, जेव्हा अनुपचारित अवमलातील बाष्पशील घनपदार्थ ५५ पासून ८० टक्क्यापर्यंत वाढले तेव्हा बाष्पशील द्रव्यांतील अपचयन ३५ पासून ८५ टक्क्यापर्यंत वाढले. आ. १३–१ मध्ये हे रेखाचित्राने दाखविले आहे.

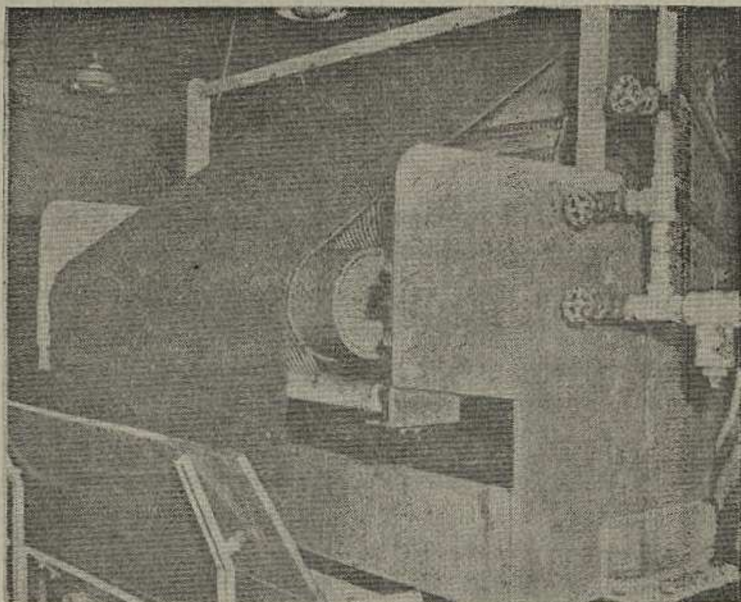
नित्याच्या एकक–क्षमतेच्या गरजा कमी करता येतील, मात्र परिचालनावर नियंत्रण ठेवून पुढीलप्रमाणे कार्यवाही केली पाहिजे (२३) : १) अनुपचारित व पाचनशील घन-

पदार्थांचे सारखे मिश्रण राखण्याकरता टाकीतील अंतर्वस्तू ढवळल्या पाहिजेत; २) पाचनसंचास अनुपचारित अवमल सतत मिसळला पाहिजे; ३) पाचित्रात मिसळण्यापूर्वी अनुपचारित अवमलाचे संकेंद्रण केले पाहिजे अथवा तो अगोदरच दाट झालेला असला पाहिजे.

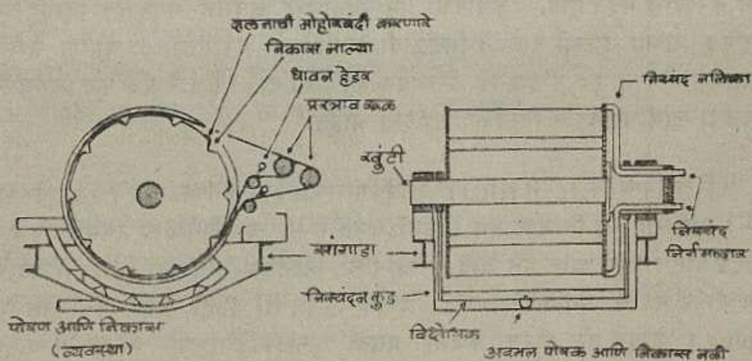
१३-२. निर्वात निस्यंदन-

अवमलातील घनपदार्थांचे निर्जलीकरण करण्याचे एक साधन आहे आणि घनपदार्थांची अंतिम विल्हेवाट करावयाची राशि कमी असल्याने हे (साधन) लोकप्रिय झाले आहे. त्याच्या "हाताळण क्षमतेतही" सुधारणा झाली आहे, कारण एरव्हीपेक्षा अवमल अधिक सुका असतो. मोठाल्या संयंत्रात निर्वात निस्यंदनाचा वाढत्या प्रमाणात वापर होत आहे. काही संयंत्रात रासायनिकतया अवक्षेपित आणि / अगर केवळ अवस्थापित अवमल निस्यंदित केला जातो तर इतरांत पाचन झालेल्या अवमलाचे निस्यंदन करण्यात येते. ह्या क्रियापद्धतीचे थोडक्यात वर्णन असे आहे : कोशांच्या मालिकेवर ठेवलेले सच्छिद्र नळकांडे आपल्या आंसाभोवती दर मि. स एक फुटापेक्षा थोडयाकमी परिवीय वेगाने फिरते, त्याचा खालचा भाग अवमल सुकविण्याच्या द्रोणीमधून जातो. नळकांडयाच्या आतील निर्वातस्थितीमुळे निस्यंदकाचा पृष्ठभाग द्रोणीतून जात असताना अवमलाचा एक थर उचलला जातो आणि त्यामुळे निर्वातनात वाढ होते. जेव्हा नळकांडे आपला $\frac{३}{४}$ फेरा पुरा करते तेव्हा, समुचित कोशांवर किंचितसा वायुदाब निर्माण होतो; त्यामुळे खुरप्यांना अगर बंधकांना, अवमल पातळ थरात प्रस्रावित व निष्कासित करण्यास मदत होते. कधीकधी, निस्यंदनापूर्वी अवमल-अनुकूलक म्हणून चुना, फेरिक क्लोराइड, यांच्या सारखी रसायने मिसळावी लागतात दर ताशी द. चौ. फु स शुष्क घनपदार्थाच्या सुमारे २ ते १० पौंडाइतके निस्यंदन वेग असावेत. सुमारे २० फूट व्यासापर्यंत आणि वेगवेगळया लांबीचे निर्वात निस्यंदक उपलब्ध आहेत.

(अ) "सर्पिल निस्यंदक (coil filter)" हे अवमलाच्या निर्वात निस्यंदनाचे एक एकस्वकृत (patented) यंत्र आहे. हे विशिष्ट यंत्र इलिनॉइसमधील सेंट चार्ल्स येथील अवमल-उपचारण संयंत्रात १९५३ पासून वापरण्यात येत आहे. त्यातील निस्यंदक माध्यम मिश्र पोलादाच्या सर्पिल स्प्रिंगच्या २ थरांचे बनविलेले आहे. प्रत्येक स्प्रिंगची दोन्ही टोके पेच असलेल्या गुट्टयाने (plug) जोडून ती निरंत केलेली असते. नळकांडयाच्या प्रत्येक फेऱ्यानंतर ह्या स्प्रिंगा निस्यंदित वडीचे (cake) विसर्जन (discharge) करतात आणि नंतर आणखी एका फेऱ्याकरता भांडयात प्रवेश करण्यापूर्वी त्या धुण्यात येतात. लठ्ठाच्या (corduroy) धाग्यासारखे लांब दिसणारे डाव्या बाजूकडील द्रव्य प्रत्यक्षात अवमलाचा थर असते (६).



आकृति १३-२ (अ) सर्पिल निस्यंदक



(ब) (अ) मध्ये सर्पिल निस्यंदकाचे आयोजन चित्र दाखविले आहे. (कॉम्लीन सँडर्सन कंपनीच्या सौजन्याने).

निस्यंदक माध्यमाचा दर्जा, अथवा नळकांड्यावर पसरलेले वाण यांना, निस्यंदकाची संपादणूक आणि आयुष्याच्या बाबतीत, महत्व असते. पूर्वीपासून विणलेल्या धाग्याचे निस्यंदन माध्यम विस्तृत प्रमाणात वापरण्यात आले आहे. विणलेल्या धाग्याच्या निस्यंदकावर घनपदार्थ राहण्याची भौतिक प्रक्रिया, किमान तीन क्रियांच्या संयोजनाने घडून येते : १) गाळण, जीत निस्यंदन माध्यमाच्या द्वारांपेक्षा मोठे कण निस्यंदकाला चिकटून राहतात; २) अधिशोषण, अथवा निस्यंदक माध्यमाच्या द्वारांपेक्षा लहान कणांचे निस्यंदकाकडे आकर्षण; ३) अनेक आकारांच्या कणांचे निस्यंदन, ज्यात पूर्वी निस्यंदित झालेल्या वडीसारख्या द्रव्याला ते कण चिकटून बसतात. निस्यंदनाच्या सुरवातीस पहिल्या दोन क्रिया चालू असतात, पण जसजशी "वडी" बनू लागते तसतसे घनपदार्थाच्या सर्वात जास्त राशीच्या निष्कासनास तिसरी क्रिया जबाबदार असते. परंतु त्यामुळे समस्या निर्माण होते कारण जर वडी पूर्णपणे काढून टाकली नाही आणि तंतूंचे निस्यंदक सतत स्वच्छ ठेवले नाहीत तर निस्यंदक चोंदून जातो अगर "आंधळा" बनतो.

टिलर आणि हुआँग, (२५) यांनी असा रिपोर्ट केला आहे की,' सच्छिद्र माध्यमातून निस्यंदन करण्यासाठी सैद्धान्तिक अथवा संशोधनात्मक माहितीची वानवा आहे. ह्या उणिवेची तीन कारणे आहेत : १) निर्वात निस्यंदन यंत्रणा गुंतागुंतीची असते; २) निस्यंदक सस्तरात आढळून आलेल्या अवक्षेपांची प्रायोगिक पुनर्निर्मिति करण्यात अडचण येते, व ३) संशोधकास पुरेशी उत्सुकता नसते. त्यानी असाही रिपोर्ट केला आहे कीं, जरी निस्यंदक संस्तरांतून वाहणारा प्रवाह नेहमी बहुधा श्यान असला तरी सदाबी दाबामुळे बाधित होणाऱ्या निस्यदक माध्यमाची प्रवेश्यता व सच्छिद्रता, यांच्यामधील संबंधाबद्दल खात्रीलायक उपपत्ति विकसित झालेली नाही.

निर्वात निस्यंदन यंत्रणेचे आयुष्य वाढविण्यासाठी आणि परिचालनातील समस्या कमी करण्याच्या दृष्टीने एक महत्वाची पायरी, गंजरहित पोलादी सर्पिल स्प्रिंगच्या माध्यमाचा उपयोग करणे, ही आहे. **कॉइल फिल्टर** या नांवाचा ह्या प्रकाराचा प्रातिनिधिक संच आ. १३–२ (६) मध्ये दाखविला आहे.

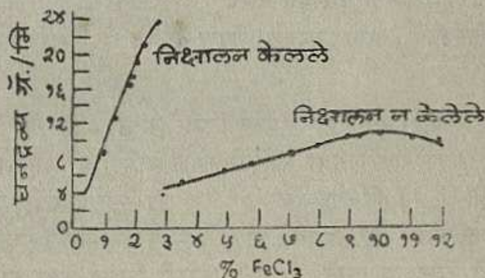
१३–३. निक्षालन (elutriation)-

निस्यंदक धुवून निस्यंदनात सुधारणा घडवून आणण्याच्या कार्यपद्धतीस निक्षालन म्हणतात. अवमलाची क्षारता कमी करून– आणि त्यामुळे किलाटकाची मागणी कमी होऊन– अवमलाच्या निर्जलीकरणास ह्या कार्यपद्धतीची मदत होते व रसायने प्राप्त करण्यापूर्वी अवमल जलाचा जीवरासायनी दर्जा उन्नत करून हे केले जाते (३१). अवमलातील घनपदार्थ धुण्याच्या

खालील तीन व्यवहार्य पद्धती आहेत आणि त्या सर्वांत वापरण्याची उपकरणे तुलनेने साधी असतात :

१) एक टप्प्याचे अवमल निक्षालन– यात एकावेळी एकाच वाटचाचा संबंध येतो. ही भरणी आणि रिक्तीकरणाची कार्यपद्धति असते : अवसादन आणि निथळणाचे कार्य एकाच टप्प्यात केले जाते.

२) दोन टप्प्यांच्या निक्षालनात, निक्षालन झालेल्या अवमलावर पहिल्या टप्प्यातील उपाय पुन: करण्यात येतात; दुसऱ्या धावनाच्यावेळी ताजे पाणी वापरण्यात येते. लहान संयंत्रात दोन्ही टप्प्यांच्याकरता एकच अवसादन टाकी वापरण्यास हरकत नसते.



आकृति १३–३. अवमलाच्या अनुकूलनाकरता लागणाऱ्या $FeCl_3$ वरील निक्षालनाचा परिणाम (१०).

३) (दर दिवशी ६००० ते २४००० पौंड घनपदार्थांच्या) मोठ्या संयंत्रांत, पहिल्या टाकीशी शृंखलाबद्ध केलेल्या (in series) दुसऱ्या टाकीचा सामान्यत: उपयोग केला जातो. अशी दोन टाक्यांची व्यवस्था प्रतिधारा (counter current) धावनाकरतासुद्धा वापरता येते. ह्या व्यवस्थेत, ताजे पाणी दुसऱ्या टप्प्याच्या धावनाकरताच फक्त मिसळण्यात येते, आणि ह्या टाकीतील निथळलेले निक्षालित द्रव (अथवा वरचे पाणी) पहिल्या टाकीत येणाऱ्या अवमलात मिसळण्याकरता गुरुत्वाकर्षणाने वाहून जाते.

पाचनाचा परिणाम म्हणून होणाऱ्या रासायनिक खराबीची मात्रा क्षारतेच्या स्वरुपात सोयीस्करपणे मोजता येत असल्याने, ज्यातील पाण्याची क्षारता अवसादन आणि निथळण केलेल्या पाण्याने तनूकृत केली आहे अशा अवमलाची निक्षालित अवमल अशी व्याख्या करता येईल. निर्वात निस्यंदकात अवमलांच्या निर्जलीकरणाची सुरवात म्हणून निक्षालनाच्या

फायद्यात, अमोनियाचा दर्प नाहीसा होणे आणि अवमल–अनुकूलनात चुना वापरण्याची गरज न उरणे, यांचा अन्तर्भाव होतो. तसेच, निक्षालनाने दुय्यम पाचित्रांच्या क्षमतेची गरज कमी करता येते व त्यामुळे लहान संयंत्रात किफायतशीरपणे निर्वात निस्यंदकाचा उपयोग करता येत असल्याने विशेषप्रकारे मदत होते. जेंटरचा असा दावा आहे कीं, निक्षालनामुळे अवमल जल आणि त्यातील खनिजीकृत घनपदार्थ, यांचे गुणोत्तर कमी होते; त्यामुळे अनूकूलनाकरता लागणाऱ्या रसायनांत लक्षणीय घट होते. फेरिक क्लोराइडची होणारी बचत आ. १३–३ मध्ये निर्देशित केली आहे. जेंटरच्या आधारसामग्रीवर ही आकृति आधारित केली आहे (१०).

जेंटरने निक्षालन झालेल्या अवमलाची अंतिम क्षारता सूत्ररूपाने भाकित करण्याच्या पद्धतीची चर्चाही केली आहे. खराब अवमलाच्या मिश्रणाच्या एका राशीत मिसळलेल्या शुद्ध पाण्याची राशि "अ" आहे असे गृहीत धरून त्याने खालील संबंध प्राप्त केले आहेत :

अ + १ = संमिश्र अवमल आणि शुद्ध पाणी यांची एकूण राशी

१/अ + १ = मूळ राशीइतक्या धूत अवमलापर्यंत घनपदार्थ अवस्थापित होऊ दिले आणि मिसळलेले पाणी सायफन केले तर उरलेल्या खराब करणाऱ्या कारकाचे (agent) संकेंद्रण; आणि

$१/(अ+१)^2$ = जर हेच तनुकरण, अवसादन, व निथळणाचे तंत्र पुनः वापरले तर होणारे खराब करणाऱ्या कारकाचे संकेंद्रण.

म्हणून, जर दुसरे धावन जल नवीन पहिल्या धावनाकरता निथळले आणि दोन निक्षालन टाक्या प्रतिधारा–शृंखलाबद्ध (in series) केल्या तर अंतिम अवमलात राहिलेल्या खराब करणाऱ्या मूळ कारकाचा अंश $१/(अ^2+अ+१)$ इतका असतो. उदाहरणार्थ, जर ३००० ppm क्षारता असलेला उपचारित अवमल धुण्याकरता शुद्ध पाण्याच्या चार राशी वापरल्या तर दोन्ही टाक्यांत प्रतिधारा–धावन केल्यानंतर निक्षालन केलेल्या अवमलात राहिलेली क्षारता

$$\frac{३०००}{(४)^2 + ४ + १} = १४३ \text{ ppm असेल.}$$

१३–४. शुष्कन संस्तर–

अवमलातील आर्द्रता अवमल शुष्कन संस्तरातून काढून टाकण्यात येते व त्यामुळे अवमलाची राशि कमी होते. त्याची भौतिकीरासायनिक वैशिष्ठ्ये इतकी कमी होतात की ७५ टक्के आर्द्रता असलेला अवमल खोऱ्याने अथवा बगिच्यातील काटयाने हालविता येतो व जलरुद्ध आधान पात्रातून वाहून नेता येतो.

१२ ते २४ इंची भरड वाळू, चांगला पक्का कोळसा अथवा नजीकच्या कक्षातील भरडासुद्धा वापरून अवमल निस्यंदक संस्तर बनविलेले असतात. वाळूच्याखाली सुमारे १२ इंच भरड कंकर पसरलेला असतो आणि त्याच्या खाली ६ ते ८ इंच खुले असलेल्या कौलांच्या अधोनाल्या असतात. वरच्या ३ इंच कंकरात $\frac{१}{८}$ ते $\frac{१}{४}$ इंच व्यासाचे कण असतात. कौलारू अधोनाल्या मध्य ते मध्य ४ ते २० फुट अंतरावर बसवाव्या. अवभूमीच्या (subsoil) सच्छिद्रतेवर हे अंतर अवलंबून असते. कधीकधी अधोनालीतील द्रवाची विल्हेवाट करताना समस्या निर्माण होते; ह्या द्रवातील घटकांचे विश्लेषण केल्याशिवाय व सामान्यतः कोणच्यातरी स्वरुपात उपचार करण्यापूर्वी ते कधीही सोडून देऊ नये. एका मोठ्या निस्यंदक संस्तरापेक्षा अनेक लहान चोकोनी संस्तर अधिक चांगले काम देतात. हवामानाच्या परिस्थतीनुरूप कधीकधी हे संस्तर कांच अथवा प्लेक्सी कांचेने झाकून टाकण्यात येतात; त्यावेळी संस्तरावरील गरम आर्द्र हवेचे विसरण व्हावे (disipate) म्हणून संवातनाची (ventilation) तरतूद करावी लागते.

सामान्यपणे बोलावयाचे झाल्यास, वालुकामय शुष्कन संस्तरातून अवस्थापन झालेल्या अनुपचारित अवमलाचा चांगल्याप्रकारे निकास होत नाही. पाचन, निष्कालन, आणि/अथवा रासायनिक उपचारासारख्या पूर्वोपचाराची कोणच्यातरी स्वरुपात सामान्यतः गरज पडते. अंशतः पाचन झालेल्या अवमलाचे अधिक सहजतेने निर्जलीकरण होते (२२). तथापि जर पाचन झालेला अवमल दीर्घकाल साठवून ठेवला तर त्यातील निकासक्षमता कमी होते, कारण वायुप्लावित (g s buoyed) अवमलामुळे निस्यंदनी माध्यमातून जास्त आर्द्रता निघून जाते आणि त्यामुळे बाष्पन चक्रात घट होते. पाचित अवमलात घनपदार्थांचे एकूण अंश जास्त असल्यामुळे अवमल–संस्तरातून दरसाल अधिक प्रमाणात सुके घनपदार्थ काढून टाकता येतात.

शीघ्र शुष्कनाकरता साधारणपणे ८ इंच खोली ठेवणे इष्ट असते असे मानले जाते. अशी खोली आणि हवामान, यांवर शुष्कन काल अवलंबून असतो विपुल सूर्यप्रकाश, कमी पाऊसमान, आणि कमी सापेक्ष आर्द्रता असणाऱ्या प्रदेशात उदा. दक्षिणेकडील दीर्घकाल उन्हाळा असलेली विशिष्ट रुक्ष क्षेत्रे यांत स्वाभाविकच शुष्कन काल कमी लागतो. संस्तरावरील अवमल शुष्कन वेगावर वाऱ्याच्या वेगाचा परिणाम होतो. वस्तुत:, बाष्पनात वाढ करणाऱ्या सर्व घटकांचीही अवमलाचे शुष्कन करण्यास मदत होते. बाष्पनाच्या वेगाचे गणन करण्याकरता कॉक्सने (८) खालील समीकरण व्युत्पन्न केले (derive) आहे; ते अवमल – शुष्कनालाही लागू करता येईल :

$$E = \frac{(e_a - e_d + 0.0016\triangle T)}{(0.564 + 0.051\ \triangle T + w/300)},$$

येथे E = दर दिवशी इंचात बाष्पन,

e_a = हवेच्या तपमानातील संपृक्त बाष्पदाब,

e_d = प्रत्यक्ष बाष्पदाब,

$\triangle T$ = हवेचे माध्य तपमान आणि पाण्याचे तपमान यातील फरक,

w = वाऱ्याचा दर दिवशी मैलात वेग, असतात.

मेयरचे खालील सूत्रीकरणसुद्धा व्यापक प्रमाणात वापरण्यात येते :

$$E = C\,(V-\nu)\left(1 + \frac{w}{10}\right),$$

येथे, E = वेळेच्या दिलेल्या एककाकरता इंचात बाष्पन,

V = पाण्याच्या तपमानात, इंच पाऱ्यात संपृक्त बाष्पदाब,

ν = जमिनीपासून २५ फूट उंचीवरील वाऱ्याचा दर ताशी मैलात वेग,

C = वापरलेल्या कालाच्या एककाप्रमाणे आणि पाण्याच्या खोलीप्रमाणे बदलणारा गुणांक, (हा गुणांक ०.३६ पासून ०.५० पर्यंत बदलतो).

बाष्पनावर शुष्कन वेग अवलंबून राहतोच, शिवाय केशाकर्षण क्रियेचाही त्याच्यावर प्रभाव पडतो. त्यामुळे अवमलाच्या खोलीतून बाष्पशील पृष्ठभागापर्यंत पाणी वर चढत जाते.

घरगुती वाहितमलातील अवमलाच्या बाबतीत, योग्य प्रकारे अभिकल्पन केलेल्या वाळूवर आधारलेल्या शुष्कन संस्तराच्या दर चौ. फुटावर दरसाल अंदाजे २० ते २५ पौंड शुष्क घनपदार्थांचे भारण करता येते असा अंदाज अभियंत्यानी केला आहे ह्या एकक-भारण अंदाजावर हॅझेल्टाइनने (१२) आक्षेप घेतला आहे आणि त्या ऐवजी त्याने "एकूण आधार भारण" सुचविले आहे. ह्या सूचनेत संस्तराच्या प्रत्यक्ष वापरात येणाऱ्या दर चौ. फुटावर ३० दिवसात लागू केलेल्या घनपदार्थांच्या पौंडातील संख्येचा विचार केलेला असतो. उदाहरणार्थ, जर द. घ. फु. स ६२.५ पौंड घनता असलेला, आणि ज्यात १८ प्रतिशत् घनपदार्थ आहेत असा अवमल १२ इंच खोल लागू केला आणि ४० दिवसानंतर काढून टाकला तर एकूण संस्तर भारण,

$$\frac{६२.५ \times ०.१० \times ३०}{४०} = ४.६९ \text{ पौंड/फूट}^2 / ३० \text{ दिवस}^* \text{ होईल.}$$

* ओल्या अवमलाचे विशिष्ट गुरुत्व १.० आहे असे गृहीत धरले आहे.

एकूण संस्तर–भारण (Y) आणि लागू केलेल्या अवमलातील घनपदार्थांची टक्केवारी, यांच्यामधील सरलरेखा संबंध, निरनिराळ्या १४ संयंत्रावरून, १४ वर्षांपर्यंतच्या परिचालन कालाकरता पुरविलेल्या माहितीवरून, हॅझेल्टाइनने खालीलप्रमाणे विकसित केला आहे:

$$Y = ०.९६\, x - १.७५$$

एकूण संस्तर भारण Y, ० पासून १० पर्यंत बदलले आणि x मध्ये ० ते १४ पर्यंत बदल झाला. तपमानानंतर, शुष्कन संस्तरातील अवमलातील घनपदार्थांचा अंश हाच संस्तराच्या संपादणुकीवर परिणाम करणारा अत्यंत महत्वाचा घटक असतो असा त्याने निष्कर्ष काढला. अवमलातून काढून टाकावयाचा आर्द्रतेची राशि हा अत्यंत महत्वाचा तिसरा घटक आहे.

१३–५. अवमलाची खांजणे (Lagoons) –

अवमल साठविण्याकरता वापरण्यात येणाऱ्या नैसर्गिक अगर मातीच्या कृत्रिम द्रोण्यांना खांजणे म्हणतात. आर्थिक परिस्थितीमुळे (पैसा व जमीन) जेव्हा खांजणांचा वापर करण्याचे सुचविण्यात येते तेव्हा ती सूचना अमलात आणण्यात येते. कारण अवमलावर उपचार करण्याची ती एक तुलनेने कमी खर्चाची पद्धत आहे. तथापि, खांजणांचा उपयोग करण्याचा बेत करताना अनेक घटकांचा विचार केला पाहिजे : (१) विल्हेवाट करावयाच्या क्षेत्राचे स्वरूप आणि स्थलरूपरेखा; (२) लोकवस्तीच्या क्षेत्रापासून त्या जागेचे सान्निध्य; (३) हवामान विषयक परिस्थिति, विशेषत: प्रचलित वारा लोकवस्तीकडे वाहतो अथवा तिच्या विरुद्ध दिशेने वाहतो ते पाहणे; (४) मातीची परिस्थिति; (५) अवमलाची रासायनिक रचना : विषाक्तता व दुर्गंधीकारक घटकांचा विशेष विचार करावा लागेल; (६) भूपृष्ठीय अथवा भूम्यांतर्गत जलपुरवठ्यांचा निकटपणा; (७) मातीच्या सच्छिद्रतेच्या संबंधात अपशिष्ट द्रव्यांचा तिच्यावरील परिणाम; (८ खांजणात अधिक जागा मिळावी म्हणून अधिपृष्ठ द्रवाच्या निकासाचे उपाय; (९) ५ फुटांपेक्षा जास्त खोलीच्या खांजणांभोवती कुंपण घालणे; व अन्य सुरक्षा उपाय योजणे; (१०) हरळीची वाढ, दुर्गंधी, मच्छरांच्या प्रादुर्भावासारखे उपद्रव.

चुनखडीच्या क्षेत्रात अपशिष्टांची खांजणे तयार करणे विशेषेकरून धोकादायक असते कारण त्यांच्या (स्तर) रचनेत नाल्या व पोकळ्या आढळून येतात (१७). सामान्यत: भूजलाची हालचाल मंद असते; कधीकधी एका दिवसात ती एकफुटापेक्षाही कमी असते. ज्या जलभृत (aquiferous) वाळूतून पाणी झिरपत असते त्या वाळूची सूक्ष्मता आणि तिच्यातून जाणाऱ्या पाण्याची राशि, यावर ती हालचाल अवलंबून असते. चुनखडीच्या प्रदेशात पाणी उदग्र आणि आडव्या दिशांनी कितीतरी अधिक वेगाने वाहण्याची शक्यता असते, आणि

उंच जागेवर बांधलेल्या खांजणामुळे मौल्यवान भूजलपुरवठ्याचा बराच मोठा अंश प्रदूषित होण्याची शक्यता असते. अनेक वेळा विनिर्मित संयंत्रात दर एक अगर दोन वर्षांनी बुलडोझरने खांजणीतील अवमल बाहेर काढून टाकण्यात येतो. अवमलाचे साठवण व जमिनीची परिस्थिती, यांवर ही वारंवारता अवलंबून असते.

ब्लुडगुडचे (३) असे म्हणणे आहे कीं, खांजणाच्या दर ०.१७ घ. फूट क्षमतेत दरसाल अनुपचारित अवमलातील किमान एक पौंड घनपदार्थाचे पाचन करता येते. तथापि, जर ही खांजणे पाचन व निर्जलीकरण, अशा दोन्ही करता वापरावयाची असतील तर एक पौंड अनुपचारित अवमलातील घनपदार्थांकरता दर वर्षी सुमारे ०.४ घ. फू. खांजणाची क्षमता लागेल; मात्र जसजसा वातशुष्क अवमल हलविण्याइतका तयार होईल तसतसा तो जलदीने काढून टाकला पाहिजे.

१३-६. झीमरमनची ज्वलन पद्धत-

अवमलावर उपचार करण्याची तुलनेने ही नवीन पद्धत आहे. जलीय द्रावणात असलेल्या सेंद्रिय द्रव्याचे ऑक्सीकरण करता येते आणि त्यातून जे काही उष्णतामूल्य निघेल त्याचा उपयोग करून घेण्याकरता ते मुक्त करता येते; आणि ह्या अवस्थेतील ऑक्सीकरण, जर पाण्याचे प्रथम बाष्पीभवन केले आणि अवशिष्ट नेहमीच्या बॉयलरमध्ये इंधन म्हणून वापरले तर जे ऑक्सीकरण होईल त्यापेक्षा अधिक परिणामकारक असते; हे या उपचारणातील मूल तत्व आहे.

हवेच्या उपस्थितीत इंधनाचे जेव्हा ज्वलन होते तेव्हाच फक्त उष्णता मुक्त होत असल्याने, अभिक्रियक पात्रात जोराने सोडलेल्या हवेवर झीमरमन कार्यपद्धति अवलंबून असते. अभिक्रियकात सोडलेल्या संपीडित हवेच्या दर पौंडास अपशिष्टाच्या निःस्त्रावातील सेंद्रिय द्रव्यापासून उष्णतेच्या ब्रिटिश एककांची (Btu) कमाल राशि निर्माण करणे हा या कार्यपद्धतीचा उद्देश असतो.

झीमरमन प्रक्रियेत, रूढ निस्यंदक, रसायने, अवमल पाचन संच, निर्दाहक (incinerator), आणि सहाय्यक उपकरणे वगळता येतात आणि जागा (space) आणि जमीन कमी लागते. वाफ, नायट्रोजन, CO_2, आणि राख हे अंतिम पदार्थ असतात. अभिक्रियकातील निस्त्रावी वायु पाण्यात धुतले गेल्याने, त्यांत फ्लायॲश असत नाही आणि ते जवळजवळ दुर्गंधीरहित असतात.

वाहितमलातील अवमलाच्या उपचारणात, (अवमल आणि हवा अशी दोन्हीही उत्थापित तपमान आणि दाबात असताना) हवेच्या आनुपातिक (proportionate) राशीसह अवमल

सतत अभिक्रियक पात्रातून पंप करून ऑक्सीकरण घडवून आणता येते. जेव्हा संदाबित हवेतील ऑक्सिजन अवमलातील सेंद्रिय द्रव्यात मिसळतो तेव्हा Co_2, N_2, आणि वाफ तयार होते आणि त्यावेळी राख अवशिष्ट जलात राहते. अभिक्रियक, तसेच संपूर्ण प्रक्रिया व्यवस्था, आपोआप स्थिरदाब राहील अशी राखण्यात येते; आणि ज्वलनाचे पदार्थ अभिक्रियकातून सतत काढून टाकण्यात येतात.

आकृति १३–४. वाहितमलातील अवमलाचे ऑक्सिकरण करण्याच्या झिम्प्रो प्रक्रियेचा आयोजन आरेख. (स्टर्लिंग ड्रग कंपनी.)

जर वाहितमल–अवमलातील बाष्पशील द्रव्याचे संकेंद्रण बरेच जास्त असेल तर, ज्वलनाने उत्पन्न होणारी वाफ अधिक वायू (Co_2 व N_2) यांच्यामुळे प्रक्रियेत वापरण्यात येत असलेले वायुसंपीडक (air compressors) आणि पंप चालू ठेवण्यास भरपूर ऊर्जा मिळते. प्रवेशी अवमल आणि हवेचे तपमान हे घटक अभिक्रियकात येताक्षणीच, ऑक्सीकरणाची सुरवात होण्यास पुरे होईल इतक्या मात्रेपर्यंत वाढविण्यासाठी, अभिक्रियकातून येणाऱ्या गरम अवशिष्टाचा तापविनिमय यंत्रात उपयोग करण्यात येतो. अशा रीतीने एकदा का क्रिया सुरू झाली कीं ज्वलन कायम राखण्याकरता उष्णता अगर शक्ति बाहेरून आणावी लागत नाही.

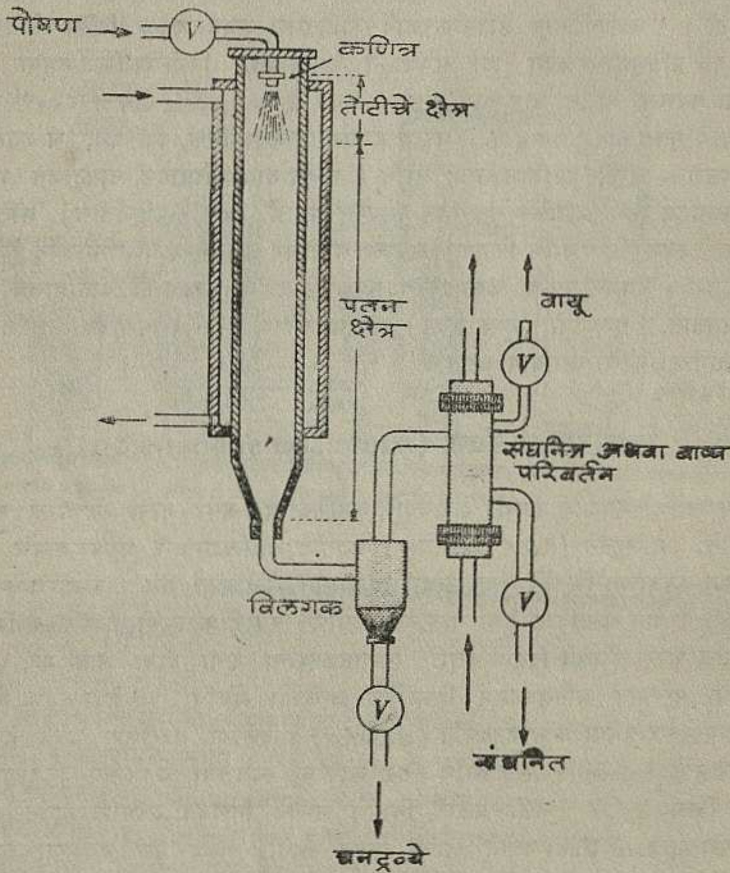
झीमरमन प्रक्रियेस लागणाऱ्या उपकरणांत खालील उपकरणांचा समावेश असतो : संपीडक वायुमापक, उच्च दाबयुक्त अवमल पंप, विक्षोभक (agitator) बसविलेली अवमल साठविण्याची टाकी, तापविनिमय यंत्रे, अभिक्रियक, विलगक आणि शीतक.

(अलिकडे झिप्रो प्रक्रिया या नांवाने संबोधित केलेल्या) प्रक्रियेचा आयोजन आरेख आ. १३–४ मध्ये सादर केला आहे. परिचालन परिस्थितीच्या बाबतीत काही विनिर्मात्यांचा दावा असा आहे : "ज्वालेशिवाय ऑक्सीकरणाने वाहितमल–अवमलातील विलेय सेंद्रिय अंशांचे ८० ते ९० प्रतिशत् अपचयन ह्या संयंत्रातून करता येते. निर्जलीकरण अथवा प्राक्तापन न करता अवमल जाळून टाकण्यात येतो. ५०० ते ६०० psig दाब व ४२०°F तपमानात ह्या संचाचे सतत परिचालन होते. भरीव प्रमाणात अकार्बनिक, निष्क्रिय, जीवशास्त्रदृष्टया स्थिर असलेली राख; अपशिष्ट जल; आणि (कार्बन डाय ऑक्साइड, नायट्रोजन आणि वाफ हे) ज्वलनातून निर्माण झालेले गंधरहित गॅसयुक्त पदार्थ, असे (प्रक्रियेतील) अंतिम पदार्थ असतात. स्वयंचलित आणि किमान देखभाल लागणारे असे संयंत्राचे अभिकल्पन केलेले असते. वायुसंपीडक व अवमल पंप ही फक्त दोनच उपकरणे अशी असतात की त्यात हालचाल करणारे घटक असतात. एक टनी (शुष्क वजन) संचास अंदाजे ५० अश्वशक्ति लागते. इमारत आणि जागेच्या गरजा नाममात्र असतात."

१३–७. सिकरित निलंबन (Atomised suspension) –

बुरुजाच्या माध्यात उपचार करावयाचे अपशिष्ट द्रव अगर गारा सिकरित करण्याचे हे तंत्र असते. गॉव्हिनने (९,१८) वर्णिलेल्या पद्धतीत जाकिटामधून गरम वायूचे अभिसरण करून ह्या बुरुजाच्या भिंतींचे सतत उत्थापित तपमान ठेविण्यात येते. उपकरणात हवा अगर कोणचाही परवायु समाविष्ट केला जात नाही आणि त्यामुळे फवारणी शुष्कन आणि हे तंत्र, यांच्यातील फरक तीव्रतेने दिसून येतो. विकासकर्त्यांचा असा दावा आहे कीं, तोटयांच्या निकटच्या पल्ल्यात अतिसूक्ष्मपणे विभाजित झालेल्या थेंबांचे (२० ते २५ मि. मी. व्यास) त्यांच्या मंद चरम वेगाला सीकरवर्षीने (atomizer) दिलेल्या प्रारंभिक उच्च वेगाचे जलद अवतरण होते (decelerate) आणि नंतर आपल्या स्वतःच्या बाष्पनाने निर्माण झालेल्या बाष्पात विसर्जित होते अशा प्रकारे निर्माण झालेले निलंबन अभिक्रियकातून जवळजवळ धारारेखी (stream line) गतीने खाली वाहत जाते. जलद पूर्ण झालेल्या बाष्पनानंतर शुष्कन होते. शुष्कन विभागाच्या शेवटास शुष्क कणांचे निलंबनाला ऑक्सीकरण, अपचयन, नायट्रेशन, सल्फोनेशन, इत्यादि रासायनिक प्रक्रिया, (जरूर तर पूड केलेल्या उत्प्रेरकाच्या (catalyst) उपस्थितीत) योग्य आन्तरिक वायुरूप अभिकारक (reactants) अंतःक्षेपित

करून, क्रमाक्रमाने लागू करता येतात. जेव्हा ते अभिकारकातून तळाशी बाहेर पडते तेव्हा निलंबनात, घन अवशिष्ट (जे चक्रवात (cyclone) संग्राहकात पुनः प्राप्त करण्यात येते ते), वाफेची बरीच राशि (जी संघनित करून वापरण्यात येते ती), आणि (पुनः प्राप्तीकरता ज्यांच्यावर आणखी प्रक्रिया करण्यात येते आणि नळात विल्हेवाट लावण्यात येते असे) गौण उत्पादित वायू यांचा समावेश असतो.



आकृति– १३–५. सिकरित-निलंबन तंत्राचे उपकरण (९,१८).

सिकरित निलंबन प्रक्रियेच्या अधिवक्त्यांचा (advocates) असा दावा आहे कीं, द्रव पंप करण्याकरताच फक्त बाहेरील उर्जेचा वापर करावा लागतो आणि या उर्जेची राशि उपेक्षणीय असते. या यंत्रणेतून जरी बऱ्याच प्रमाणात वायू आणि वाफ सतत वाहत असली तरीही भाता अगर संपीडक यांचा संपूर्णपणे अभाव असणे हे पुनःप्राप्त प्रवाह पटलाचे ठळक लक्षण असते. बाष्पन होत असताना अभिकारकात निर्माण झालेल्या दाबाचा कार्यक्षमतापूर्वक उपयोग करून त्यांची गरज दूर करण्यात येते. गॉव्हिनच्या प्रक्रियेचा (९,१८) नमुनेदार प्रवाह आरेख आं १३–५ मध्ये दाखविला आहे.

१३–८. शुष्कन आणि भस्मीकरण–

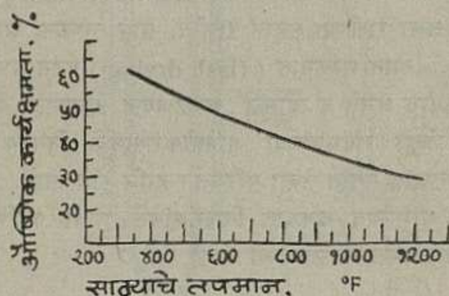
ह्या दोन प्रक्रियांत अवमलाच्या मोठ्या राशीचे, सेंद्रिय द्रव्यापासून मुक्त करून म्हणजेच सहज विल्हेवाट करता येईल अशा राखेच्या लहान राशीत, ताप शुष्कन आणि भस्मीकरणाने आदर्श लघुकरण होते (२४). दमन शुष्कनात (flash drying) गरम वायुप्रवाहात निलंबित अवमल–कणांचे शुष्कन अन्तर्ग्रस्त असते व त्यामुळे जवळजवळ तात्काल आर्द्रतेचे निष्कासन झाल्याची खात्री मिळते. जेव्हा अवमलाच्या ऑक्सीकरणामुळे निर्माण झालेले गरम वायू स्वयंही शुष्कनात प्रत्यक्ष वापरण्यात येतात तेव्हा परिवर्तन हानि होत नाही. दमन शुष्कनानंतर अवमलाचे कण असलेला वायु सामान्यतः चक्रवात विलगकांकडे जातो आणि तेथे आर्द्र थंड वायूंच्या पासून शुष्क झालेला अवमल वेगळा केला जातो.

दमन–शुष्क अवमलाचा खत, मृदानुकूलक म्हणून अथवा अन्य मोलाच्या कार्याकरता वापर करण्यात येतो. न वापरला गेलेला शुष्क अवमल भट्टीच्या नळीत सोडण्यात येतो. तेथे तो दहन कक्षातील ज्वालकाकडे (burner) फुंकला जाऊन त्याचे भस्मीकरण होते. अवमल–भात्याने तो भट्टीत फेकला जातो, शिवाय ज्वलनाला लागणाऱ्या हवेपैकी बऱ्याच मोठ्या भागाचा पुरवठा करतो. दुर्गंधी नाहिशी होण्याकरता, पूर्वतापनित वायू ज्वलन होत असलेल्या अवमलात परतवण्यात येतात. फ्लाय अँश काढून टाकण्याकरता, थंड केलेला वायु प्रेरित (induced) हवेच्या पंख्यांनी, रक्षासंग्रहकामधून ओढून घेण्यात येतो आणि अपकेंद्रण क्रियेमुळे फ्लाय अँशचे अवस्थापन होऊन भट्टीच्या तळाशी आपोआप विसर्जन होते. नंतर मधूनमधून ती राख खोऱ्याने, अथवा पाण्यात मिसळून व पंप करून काढून टाकून भरावात तिचा वापर करण्यात येतो.

अवमल शुष्क करण्याचा अंतिम उद्देश मृदा संयोजक (soil additive) म्हणून उपयोग करण्यासाठी असो वा निर्जंतूक (sterile) राख निर्माण व्हावी म्हणून असो, घनपदार्थांमधून

मुक्त आर्द्रतेचे प्रथम बाष्पीभवन करणे, गॅसच्या स्वरुपात ती काढून टाकणे आणि हवेत सोडून देणे आगत्याचे असते ह्या गॅसचे "बाष्पक भार" (evaporator load) म्हणून नाम निर्देशन केले जाते. अवमल भस्मकारकातील दुर्गंधीवर प्रभावी नियंत्रण फक्त उच्च तपमानात (१२०० ते १४००°F) गंधनाश करण्यानेच होऊ शकते.

जेव्हा अवमलाचे भस्मीकरण करावयाचे असते तेव्हा भट्टीतील मुक्त उष्णता महत्वाची असते : भट्टीचा आकार, तिच्या द घ फु. स x Btu उष्णता मुक्त होईल इतका, भरपूर असावा लागतो. (भिंती आणि भट्टी दीर्घकाल टिकून राहण्याची खात्री असावी म्हणून भट्टीच्या आयतनाच्या द. घ. फु. स दर ताशी १२००० Btu इतकी विपुलता असावी असे सामान्यपणे मानले जाते).



आकृति १३–६. ऊष्मीय दक्षतेवरील (thermal efficiency) **ढिगाच्या** (stock) **तपमानाचा परिणाम** (१४).

बाष्पशील घनपदार्थातील अंतर्वस्तू आणि त्यांचे औष्मिक मूल्य, यांच्यामुळे निर्माण झालेल्या वायूने दर तासाला भस्मीकृत करावयाच्या (पौंड) घनपदार्थांना गुणून उष्णता निवेश (input) निर्धारित करण्यात येतो, म्हणून ह्या उष्णता निवेशाला १२००० ने भागून भट्टीच्या आयतनाचे संगणन करता येते. भस्मीकारकात ऊष्मीय दक्षता ३० पासून ६० टक्क्यापर्यंत अपेक्षित असते जितके ढिगाचे तपमान कमी तितकी ऊष्मीय दक्षता अधिक असते (१४). हा अन्योन्य संबंध आ. १३–६ त दाखविला आहे आणि दमक–शुष्कन व भस्मीकरण यंत्रणेतील उष्णता–संतुलन दाखविण्याकरता आ. १३–७ मध्ये प्रवाह–आरेख सादर केला आहे. (द्रव्याचे तपमान शुष्कन परिथितीशी स्वतःच जुळवून घेतल्यानंतर) स्थिर-वेग कालावधीतील शुष्कनाच्या वेगाचे गणन करण्याकरता सामूहिक संक्रामण समीकरण (mass transfer equation)

अथवा उष्णता संक्रामण समीकरणांपैकी कोणचेही एक वापरावे (१५).

सामूहिक संक्रामण : $W = k'y\,(Hi - H)\,A,$

उष्णता संक्रामण : $W = \dfrac{hy\,(t - ti')\,A}{\lambda i},$

येथे,

W = दर ताशी पौंडात बाष्पन वेग,

A = चौ. फुटात शुष्कनाचे क्षेत्र,

hy = ऊष्णता-संक्रामण गुणांक, Btu फूट²/तास/°F,

k'y = सामूहिक संक्रामण गुणांक,
आर्द्रतेतील एकक विचरणाकरता, पौंड/फूट²/तास,

Hi = अंतःपृष्ठाजवळील (interface) हवेची आर्द्रता,
पाणी, पौंड/शुष्क हवा, पौंड,

H = हवेतील आर्द्रता, पाणी, पौंड/शुष्क हवा, पौंड,

t = हवेतील तपमान, °F,

ti = अंतःपृष्ठाचे तपमान, °F, आणि

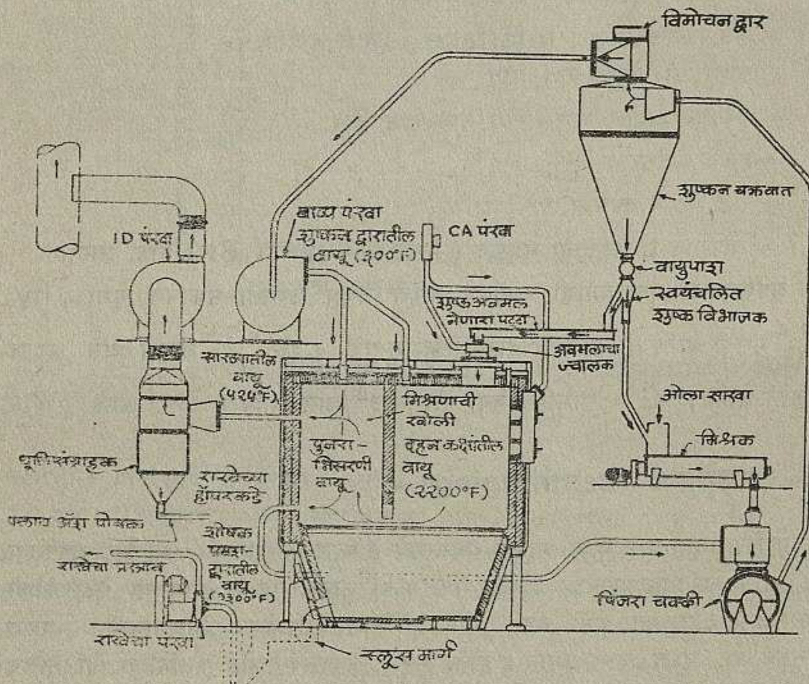
λi = तपमान ti असताना अप्रकट (latent) उष्णता, Btu/पौंड, असतात.

जेव्हा हवा अवमलाच्या पृष्ठभागाशी समांतर वाहते तेव्हा उष्णता-संक्रामण गुणांक, hy, $०.१२८\,G^{०.८}$ असतो आणि ती अभिलंब वाहते तेव्हा सुमारे $०.३७\,G^{०.३७}$ असतो असे अंदाज करण्यात आले आहेत; G = सामूहिक वेग, पौंड/फूट²/तास.

१३–९. अपकेंद्रण (centrifuging) –

अंतिम विसर्जनात वाढ व्हावी म्हणून अवमलाचे संकेंद्रण करण्याच्या पद्धतीस अपकेंद्रण म्हणतात. आधीच्या प्रतिस्थापनांत अपकेंद्री संकेंद्रण परिणामकारक न होण्याऱ्या कारणांपैकी एक कारण त्याची कार्यक्षमता कमी होती आणि कल्पित निर्मलीकृत निःस्रावासह यंत्रणेत पुष्कळसे सूक्ष्म कण परत जात असत हे होते. २० अश्वशक्तीच्या अंतर्निहित परिचालन चलित्रांचा वापर करण्यात येत असलेल्या नूतन प्रतिस्थापनांत (४), शुष्क आधारावर, ०.५ ते ०.७५ प्रतिशत् घनपदार्थ असलेल्या अपशिष्ट–अवमलाची दर ताशी ३००० ते ४००० गॅलन हाताळणी करता येते. एकदाका अपकेंद्रित (द्रव्यास) (द. मि. स ६१०० फेरे) परिचालन

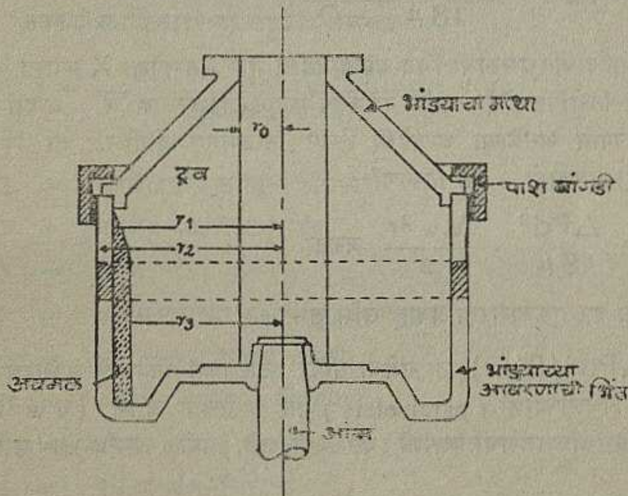
वेग आला की फक्त ११ अश्वशक्तीची गरज लागते. परिणामी अवमलाचे सुमारे ५ प्रतिशत् घनपदार्थाइतके संकेंद्रण होते; शिवाय निःस्त्रावात सुमारे ३०० ppm घनपदार्थ असतात. अपकेंद्रीय बलाने अधिक दाट घनपदार्थ अपकेंद्रीय पेल्याच्या भिंतीवर फेकले जातात व तेथे ते परिसीमेंवर बसविलेल्या तोटचांमधून बाहेर टाकले जातात. प्रत्येक पेल्यावर (४) १२ तोटचांची द्वारे ठेविलेली असतात आणि प्रस्त्रावी तोटचाची विभिन्न संख्या वापरता येते. ती संख्या संभरण द्रव्यातील घनपदार्थाची राशि आणि इच्छित फलप्राप्तीवर अवलंबून असते. उच्च संकेंद्रणातील अपकेंद्रणाच्या वापरावर मर्यादा पाडणारा एक घटक, अपकेंद्रितातून संकेंद्रणित अवमल प्रस्त्रावित करणाऱ्या पंपाची क्षमता, हा असतो. ज्या निःस्त्रावातून घनपदार्थ वेगळे करण्यात आले आहेत ते मध्यवर्ती तबकडचांमधून अपकेंद्रिताच्या पेल्याकडे वाहत जातात आणि वरच्या झांकणातून बाहेर पडत असताना त्यांत सरासरी ३०० ppm घनपदार्थ असतात.



आकृति १३-७. दमन-शुष्कन आणि भस्मीकरण व्यवस्थेतील उष्णता-संतुलनाचा प्रवाह आरेख- (१४).

अपकेंद्रीकृत अवमल अपकेंद्रित्राच्या खालच्या झांकणातून एका हौदात सोडण्यात येतो आणि तेथून तो पाचित्रात अथवा अन्य अंतिम अवमल उपचारण संचात पंप करता येतो. अपकेंद्रित्राच्या पेल्याचा आयोजन आरेख आ. १३–८ मध्ये दाखविला आहे.

अँबरने (१) अलिकडेच अपकेंद्रीकरणाच्या उपपत्तीचे पुनर्विलोकन केले आहे. जेव्हा एकाद्या कणावर बलप्रयोजन करण्यात येते तेव्हा, ज्या रेषेवर कणाच्या गतीस असणारा प्रतिरोध लागू केलेल्या बलाइतका होतो त्या बलरेषेच्या बाजूवरील वेगाइतका वेग होईपर्यंत कणाचे त्वरण होते. ($F = ma$). अवस्थापन टाकीत हे बल गुरुत्वीय असते. अपकेंद्रित्रात ते अपकेंद्री क्षेत्र, w^2r, असते. या दोन्हीमधील फरक फक्त दिशा व मात्रेपुरताच असतो. पृथ्वीच्या त्रिज्येच्या बाजूने गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र असते, परिभ्रमण अक्षाशी अभिलंब असलेल्या त्रिज्येच्या बाजूने अपकेंद्रीय क्षेत्र असते, आणि अविरत-प्रवाही अपकेंद्रित्रात ते गुरुत्वाकर्षणाच्या ६०००० पटीपेक्षाही जास्त असू शकते. कणाच्या हालचालीचे वेग सामान्यतः त्याच्या व्यासाच्या वर्गमूळाशी समानुपाती (proportional) असतात.



आकृति १३–८. अपकेंद्रित्राच्या पेल्याचे आयोजन रेखाचित्र.

कणावर लागू होत असलेले प्रभावी बल

$$F = (m - m_1)\, w^2 r$$ असते

आणि गोलकाकरता,

$$F = \frac{\pi}{6}(d^3)\ \Delta P\ w^2 r$$ असते.

अवसादनाला विरोध करणारे बल, स्टोक्सच्या नियमाप्रमाणे,

$$F = 3\pi\ \mu\ d v_s$$ असते.

साम्यावस्थेत

$$v_s = \frac{\Delta\ P d^2\ w^2 r}{18\ \mu}$$ असतो.

अविरत (चालणाऱ्या) अपकेंद्रित्राच्या सर्वसाधारण स्वरुपात जर कण द्रवापेक्षा जड असेल तर, असा कण ज्या वेगाने पेल्याच्या भितीजवळ जातो तो वेग v_s असतो. जर कणाने जावयाचे अंतर X असेल तर,

$$X = v_s t - \frac{\Delta P d^2\ w^2 r}{18\mu}\ \frac{V}{Q}.$$

जर दिलेला कण आणि परिभ्रमकाची भिंत यांच्यामधील मूळ अंतरापेक्षा X ज्यास्त असेल तर तो कण भितीजवळ निक्षेपित होईल आणि यंत्रणेतून काढून टाकला जाईल. आदर्श व्यवस्थेत $(x = s/2)$, d व्यास असलेल्या कणांपैकी निम्मे निष्कासित होतील. हा विच्छेद–बिंदु (cut off point) समजावा. त्या ठिकाणी

$$Q = \frac{\Delta P d^2}{9\mu} \cdot \frac{V w^2 r}{s}$$ असतो.

येथे Q ही वेळेच्या दर एककाकरता प्रवाह राशि असते.

($\Delta P d^2/9\mu$) ह्या संज्ञेचा संबंध स्टोक्सच्या नियमाचे अनुसरण करणाऱ्या व्यवस्थेतील फक्त प्रचलांच्याशी (parameters) येत असल्याने आणि ($V w^2 r/s$) या संज्ञेचा संबंध परिभ्रमकाच्या प्रचलांच्याशी येत असल्याने, वरील समीकरण खालीलप्रमाणे मांडता येईल :

$$Q = 2\ V_g\ \Sigma,$$

ज्यात

$$V_g = \frac{\Delta P d^2 g,}{18\mu},\ \text{आणि}\ \Sigma = \frac{V w^2 r\ \theta}{g s\ \theta},$$ असतात.

येथे $r\theta$ व $S\theta$ हे अपकेंद्रित्राचे अनुक्रमे प्रभावी त्रिज्या व अवस्थापन अंतर असते, आणि Σ हा अपकेंद्रित्राचा आकार सुचवितो; त्याचे परिमाप (diamention) (लांबी^{2}) हे असते. अपकेंद्रित्राइतकेच फलदायी काम सैद्धान्तिकतया करू शकेल अशा अवस्थापन टाकीच्या सममूल्य क्षेत्राइतका Σ असतो.

विभिन्न अपकेंद्रित्रांच्या प्रकारांकरता त्यांच्या आकारांच्या सूचकांचे सूत्रीकरण करण्याकरता अँबरने (१) वरील उपपत्ति पुढील प्रमाणे वापरली आहे.

१) प्रयोग शाळेतील चांचणी नलिका अथवा बाटलीच्या अपकेंद्रित्राकरता,

$$\Sigma = \frac{w_2 V}{4.6 \log [2 r^2/(r_1 r_2)}.$$

२) नळीदार पेल्याच्या अपकेंद्रित्राकरता,

$$\Sigma = \frac{\pi l w^2}{g} \frac{(r_2^2 - r_1^2)}{l n [2 r_2^2/(r_2^2 - t_1^2)]}.$$

३) तबकडीच्या प्रकाराच्या अपकेंद्रित्राकरता,

$$\Sigma = \frac{2 \pi n w^2 (r_2^3 - r_1^3)}{3gC \tan \theta},$$

जेथे

Σ = अपकेंद्रित्राचे समतुल्य क्षेत्रफळ,
w = कोनीय वेग, रेडि./सेकंद,
V = राशि,
r = परिभ्रमणाच्या अक्षापासून त्रिज्या,
r_1 = आतील पृष्ठभागाची त्रिज्या,
r_2 = बाहेरील पृष्ठभागाची त्रिज्या,
l = प्रकाश–कला (light–phase) प्रस्त्राव त्रिज्या,
g = गुरुत्वाकर्षण–स्थिरांक,
n = तबकड्यांच्यामधील अंतरांची संख्या,
C = विलेयशील (solute) (द्रव्याचे) संकेंद्रण,
θ = तबकडीचा अर्ध अंतर्गत (included) कोन,
असतात.

ह्या प्रत्येक घटकांच्या बाबतीत, अवस्थापन-परिस्थिती अबाधित असताना एकट्या कणाच्या वर्तावावर आणि स्टोक्सच्या नियमाप्रमाणे निर्धारित केलेल्या परिस्थितीतील अपकेंद्रित्राच्या बलक्षेत्राशी हा कण नेहमी साम्यावस्थेत असतो या धारणेवर, अँबरने आपली गणने आधारित केली आहेत.

१३-१०. अवमलाची पडावातून वहातुक-

जेव्हा जागा फारशी उपलब्ध नसते आणि सामान्यपणे समुद्रासारखा वाहत्या पाण्याचा खोल साठा उपचारणाच्या जागेच्या निकट उपलब्ध असतो तेव्हा अवमलाच्या अंतिम विसर्जनाकरता आपणाला वापरता येईल असा उपाय अवमल पडावातून वाहून नेणे हा असतो. ह्या उपचार पद्धतीत सिद्धांतांचा फारच थोडा संबंध येतो. अवमलातील अनुपचारित, अवक्षेपित, पाचित अथवा निस्यंदित घनपदार्थ पडावात पंप करण्यात येतात. भार-जलरेखेपर्यंत पडाव भरल्यानंतर त्यातून अवमल किनाऱ्यापासून दूर असलेल्या सोयीस्कर जागेवर वाहून नेण्यात येतो. नंतर, सामान्यपणे पंप करून अवमलाचे जलपृष्ठाखाली बऱ्याच खोलीवर विसर्जन करण्यात येते. (पडावातील जागेत बचत करण्यासाठी) अवमल पडावात भरण्यापूर्वी त्याचे काही प्रमाणात संकेंद्रण करावे, पण पंप करताना अडचणी येतील इतके ते ज्यास्त असू नये.

अनुपचारित अथवा उपचारित अवमल थेट समुद्रात पंप करणे आणि तनुकरणाचे तंत्र वापरून त्याची विल्हेवाट लावणे ही प्रथासुद्धा किनाऱ्यावरील शहरांत अवलंबन करण्यात आली आहे (१६,१९,२७). जेव्हा अवमल सुकविण्यास भारी खर्च येतो आणि त्यांचा अंमल करणारी संयंत्रे मोठाल्या पाण्याच्या साठ्यांच्या अनुषंगाने सोयीस्कर ठिकाणी प्रस्थापित केलेली असतात तेव्हा हे तंत्र सामान्यतः वापरले जाते. वंगण अगर तेल, विवर्णन, दुर्गंधी, कॉलीफॉर्मची उच्च संख्या, विषाक्त द्रव्ये अथवा अवमलाचे ढिगारे अगर निक्षेप यांच्यामुळे हे अवमल संदूषित होऊ देऊ नयेत

सॅन्फॅन्सिस्कोमधील उपचारित अपशिष्ट-जलातील अवमल, सॅन्फॅन्सिस्को उपसागरातील पाण्यात तो जलदी वाहून जाण्याची खात्री असावी म्हणून भरतीची वेळ साधून, नालीच्या मध्यावर ४० फूट खोलीवर विसर्जन करण्यात येतो व अशी विल्हेवाट करताना त्या शहरात वरील सर्व आवश्यकतांची पूर्तता होते. तनुकरणाचे तंत्र वापरण्यापूर्वी संग्राही (receiving) पाण्याच्या लाटेच्या विसरण-गुणधर्मांचा (dispersion characteristics) अभ्यास करणे अगत्याचे असते.

१३-११. स्वास्थ्यकर जमीन भराव-

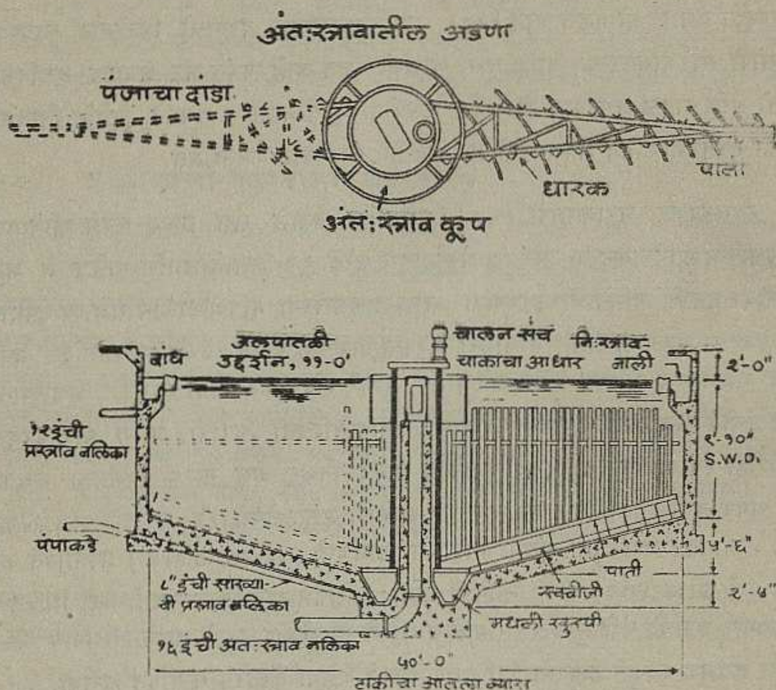
केरकचरा आणि अवमल पूर्वनियोजित आणि पद्धतशीरपणे पुरून टाकण्याकरता सामान्यपणे

वापरण्यात येणारी ही पद्धत आहे (२०). कचऱ्यासारख्या द्रव्याची विल्हेवाट लावण्याची ती एक सोपी, परिणामकारक, आणि कमी खर्चाची पद्धत आहे, परंतु जर अवमल सुकविला नाही तर तो अति पातळ असल्यास ही पद्धत उपयोगी होत नाही. तथापि, निर्वात निस्यंदनित वा वालुका संस्तरशुष्कनित अवमलाची ह्या पद्धतीने विल्हेवाट करता येते.

स्वास्थ्यकर भरावासाठी (२०) प्रस्तावित केलेले क्षेत्र सहज सुगम व्हावे पण पाणी पुरवठ्याच्या जागेपासून व मनरंजन क्षेत्रापासून पुरेसे दूर असावे आणि तसेच ते अतिमहाग जमिनीवर नसावे. जमिनीची उपयुक्तता आणि मालमत्तेच्या भविष्यकालीन संभाव्य उपयोगाचाही विचार करणे महत्वाचे असते. नागरी केरकचऱ्याकरता दर १०००० माणशी दर वर्षी, जर ६ फूट खोलीपर्यंत संदाबन केलेले असेल तर, सुमारे एक एकर जागा लागते. भूजलपातळीपेक्षा जास्त उंचीवर स्वास्थ्यकर जमीनभरावाची स्थाननिश्चिती करावी आणि पाणीपुरवठ्याच्या कोणच्याही स्थानापासून ती ५०० फुटापेक्षा जास्त निकट असू नये. विशेषतः जेव्हा वाळू, कंकर अगर चुना दगडापासून जमीन तयार झालेली असते तेव्हा ही मर्यादा पाळणे आवश्यक असते. जागेवर चरांकरता खुंट्या माराव्या, तलचिन्हे (bench mark) प्रस्थापित करावीत, भराव पूर्ण करावयाच्या उंचीची माहिती द्यावी; तसेच खुदाईच्या खोलीचीही माहिती द्यावी. सामान्यपणे चराची रुंदी सुमारे १५ फूट व खोली सुमारे ४ फूट असते. भराव केल्यानंतर दररोज अवमल झांकून टाकावा आणि बुल्डोझरने अथवा ट्रॅक्टरने संदाबित करावा.

१३-१२. संकीर्ण पद्धती-

अवमलातील घनपदार्थांची विल्हेवाट करण्याच्या अन्य पद्धतींत, त्याचे संकेंद्रण करण्यासाठी तरंगण आणि स्थूलीकरण (thickening) अशा दोन प्रक्रियांचा समावेश होतो. तपमान व समयनियंत्रणाच्या (time control) मदतीनेच फक्त अवमल तरंगण व्हावे म्हणून जैवी साधनांचा वापर करण्यात येतो (१३). नंतर २० टक्के संकेंद्रण झालेल्या परिणामी घन-पदार्थाचे जेव्हा निर्वात निस्यंदकात निर्जलीकरण करण्यात येते तेव्हा अतिरिक्त रसायनांची गरज लागत नाही. संकेंद्रणाच्या ह्या पद्धतीत, १२० तासांच्या अवरोधन कालानंतर ३५$^{\circ}$C तपमान असताना, अनुकूलतम फलप्राप्ति होत असल्याचे आढळून आले (१३). तथापि, अवमलाच्या काही प्रकारांवर (उदा. उत्प्रेरित अवमल) ह्या उपचारणाचा प्रभाव पडत नसल्याचे आढळून आले आहे. काल आणि तपमानावरील नियंत्रणाशिवाय, अवमल – संकेंद्रणाच्या तरंगण पद्धतीत बाष्पशील अंतर्वस्तू आणि pH हे मुख्य घटक असल्याचे दिसून येते.



आकृति १३–९. स्थूलीकरण (thickening) करण्याच्या यंत्रणेचा आयोजन आलेख, आणि टाकीचा छेद (२६).

रसायने न मिसळता अविरत (परिचालनाच्या) आधारावर अवमल दाट करण्याकरता टॉर्पीने १९५३ मध्ये एक पद्धत विकसित केली. तीत केवळ प्राथमिक निर्मलकारकातून अथवा दुय्यम अवमलात एकत्र करून– प्रवाह रचनेमुळे (flow pattern) पातळ अवमल दाट करणाऱ्या संभरण भिंतीकडे अवमलाचे संभरण करता येते. एका नमुनेदार स्थूलीकरण–उपकरणाचा आयोजन आरेख आ. १३–९ त दाखविला आहे. घनपदार्थांचे अवस्थापन होते. ते निर्धारित "आवरण" (blanket) विभागात घट्ट होतात, आणि टाकीच्या तळातून बाहेर काढण्यात येतात. अतिरिक्त द्रव परिघीय बांधावरून निथळून जातो. स्थूलीकरण उपकरणात खुरप्यांच्या भुजांना बसविलेले उभे परिष्कारक (pickets) असलेल्या यंत्रणेचाही समावेश केला जातो. परिष्कारक V च्या आकाराचे असतात आणि त्यांच्या नालीकरण क्रियेमुळे

(channeling) (अवमलात अडकून राहिलेले) धारित जल आणि वायु पृष्ठभागाकडे जातात. अवमल किती दाट करावयाचा ती मात्रा अनेक घटकांवर अवलंबून असते. अवमलाचे उत्पत्तिस्थान हा त्यातील मुख्य घटक असतो (५). तसेच अवमलाचे स्वरूप श्लिषीय (gelatinous) असते. त्यामुळे अवरोधन काल कितीही ठेवला तरी विशिष्ट मर्यादेच्या बाहेर स्थूलीकरण क्रियेत अडचणी येतात. अन्य अवमल अधिक कणीदार असतात आणि जेव्हा फिरणाऱ्या परिष्कारक आणि खुरप्यांच्या भुजानी केलेल्या यांत्रिकी मंद मिश्रणासारखी भौतिक क्रिया त्यांच्यावर करण्यात येते तेव्हा धारित–जल मुक्त होते.

संदर्भ–

१– अँब्लर, सी. एछ., " थियरी, सेंट्रिफ्युगेशन इक्विपमेंट," इंडस्ट्रियल अँड इंजिनिअरिंग केमिस्ट्री, ५३,६,४३० (जून १९६१),

२– बार्कर, एछ. ए., **अर्काइव्हज फॉर मायक्रोबायॉलॉजी**, ७, ४०४, ४२० (१९३६); ८, ४१५ (१९३७).

३– ब्लडगुड, डी. ई, " स्लज लगूनिंग," वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, ९३, ९, ३४४ (सप्टेंबर १९४६).

४– ब्रॅडनी, एल., आणि आर. ई. ब्रँगस्टॅड, " कॉन्सेन्ट्रेशन ऑफ अँक्टिव्हेटेड स्लज बाय सेंट्रिफ्यूज," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, ४, ४०४ (एप्रिल १९५५).

५– ब्रिस्बिन, स्टर्लिंग, जी., " स्युवेज स्लज थिकनिंग टेस्ट्स," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, २, १५८ (फेब्रुवारी १९५६).

६– समाचार पत्रक क्र. १०२, ५ – ५४, कॉम्लीन–सँडर्सन इंजिनिअरिंग कॉर्पो., पीपॅक, एन जे.

७– बस्वेल, ए. एम., आणि डब्ल्यू डी. हॅटफील्ड," एनेरोबिक फर्मेंटेशन," समाचार पत्रिका क्र. ३२, इलिनॉइस राज्य जल सर्वेक्षण, अर्बाना, इलि., १९३९.

८– कॉक्स, जी. एन," ए समरी ऑफ हायड्रॉलॉजिक डेटा; बेयॉन ड्यू प्लँटिअर वॉटरशेड, १९३३ – १९३९", विश्वविद्यालयीन समाचार पत्रिका, लुइझिआना राज्य विश्वविद्यालय १९४०.

९– गॉव्हिन, डब्ल्यू. एछ., " दि अँटोमाइज्ड सस्पेन्शन टेक्नीक," TAPPI, ४०, ११, ८६६ – ८७७ (नोव्हेंबर १९५७); तसेच **केमिस्ट्री इन कॅनडा**, सप्टेंबर १९५५.

१०– जेंटर, ए. एल., "काँप्यूटिंग कोॲग्यूलंट रिक्वायरमेंट्स इन स्लज कंडिशनिंग," ट्रॅन्झॅक्शन्स अमेरिकन सोसायटी सिव्हिल इंजिनिअरिंग, १११, ६३५ (१९४६).

११– जेंटर, ए. एल., "कंडिशनिंग अँड व्हॅक्यूम फिल्ट्रेशन ऑफ स्लज," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, ७, ८२९ (जून १९५६).

१२– हॅझेल्टिन, टी. आर, "मेझरमेंट ऑफ स्लज ड्राइंग परफॉर्मन्स," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ९, १०६५ (सप्टेंबर १९५१).

१३– लॅवून, जे. एफ., "एक्स्पेरिमेंटल स्टडीज ऑन दी कॉन्सेंट्रेशन ऑफ रॉ स्लज," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ४, ४२३ (एप्रिल १९५२).

१४– लीट, सी. ए., सी. डब्ल्यू गॉर्डन, आणि आर. जी. टकर, "थर्मल प्रिन्सिपल्स ऑफ ड्राइंग अँड/ऑर इन्सिनरेशन ऑफ स्युवेज स्लज," कंबशन इजिनिअरिंग इन्कॉ. प्रकाशन, १९५९.

१५– मॅक्कॅब, डब्ल्यू. एल., आणि जे. सी. स्मिथ," यूनिट ऑपरेशन्स ऑफ केमिकल इंजिनिअरिंग," न्यू यॉर्क, मॅक् ग्रॉ–हिल बुक कं. इन्कॉ. १९५६, पान ८९१.

१६- मिलर, डी. आर., "वर्ल्ड्स डीपेस्ट सबमरीन पाइप लाईन," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०,११,१४२६ (नोव्हेंबर १९५८).

१७– पॅविल, एस. टी., **इंडस्ट्रियल अँड इंजिनिअरिंग केमिस्ट्री,** ४६, ९, ९५ A (सप्टेंबर १९५४).

१८– रॅबिनोविच, डब्ल्यू., पी. ल्यूनर, आर. जेम्स, आणि डब्ल्यू. एछ. गॉविन, "दि अॅटोमाइज्ड सस्पेन्शन टेक्नीक, भाग III" पल्प अँड पेपर मॅगेझीन. ऑफ कॅनडा, ५७, १३,१२३ (डिसेंबर १९५६).

१९– रॉन, ए. एम., आणि एफ. आर. बॉवर्मन, "डिस्पोजल ऑफ डायजेस्टेड स्लज बाय डायल्यूशन," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ११, १३०९ (नोव्हेंबर १९५४).

२०– सॅल्व्हॅटा, जोसेफ, ए.," एन्व्हायरनमेंटल सॅनिटेशन," न्यूयॉर्क, जॉन वायली अँड सन्स, इन्कॉ., १९५८ पा. २८८.

२१– श्लेन्स, एछ. ई., "स्टॅंडर्ड प्रॅक्टिस इन सेपरेट स्लज डायजेशन," अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजिनिअर्सची कार्यवाही. ६३, १११४ (जून १९३७).

२२– "स्युवेज ट्रीटमेंट प्लँट डिझाइन," अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजिनिअर्स, मॅन्युअल ऑफ इंजिनिअरिंग प्रॅक्टिस, क्र. ३६ (१९५९) पा. २६५.

२३– "स्युवेज ट्रीटमेंट प्लँट डिझाइन," फेडरेशन स्युवेज इंडस्ट्रियल वेस्ट असोसिएशन, मॅन्युअल ऑफ प्रॅक्टिस क्र. ८, वॉशिंग्टन डी. सी. (१९५९) पा. २१४.

२४– "स्लज ड्राइंग अँड इन्सिनरेशन," समाचार पत्रिका क्र. ६७९१, डॉर कं., १९४१.

२५– टिलर, एफ. एछ., आणि सी. जे. हुआंग, "थिअरी ऑफ फिल्ट्रेशन इक्विपमेंट," इंडस्ट्रियल अँड इंजिनिअरिंग केमिस्ट्री, ५३, ७, ५२९ (जूलै १९५१).

२६– टॉर्पे, डब्ल्यू एन., "कॉन्सेंट्रेशन ऑफ कंबाइन्ड प्रायमरी अँड अॅक्टिव्हेटेड स्लजेस इन सेपरेट थिकनिंग टँक्स," अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजिनिअर्स, ८०, स्वतंत्र क्र. ४४३ (मे १९५४).

२७– वेस्ट, एल., "स्लज डिस्पोजल एक्स्पीरिअन्सेस अॅट एलिझबेथ, न्यू जर्सी," स्युवेज अँड इंडस्ट्रिअल वेस्ट्स, (जून १९५२).



विभाग III

प्रयुक्त्या (applications)

:१४: अनुपचारित औद्योगिक अपशिष्टे आणि घरगुती वाहितमल, यांच्यावरील संयुक्त उपचार

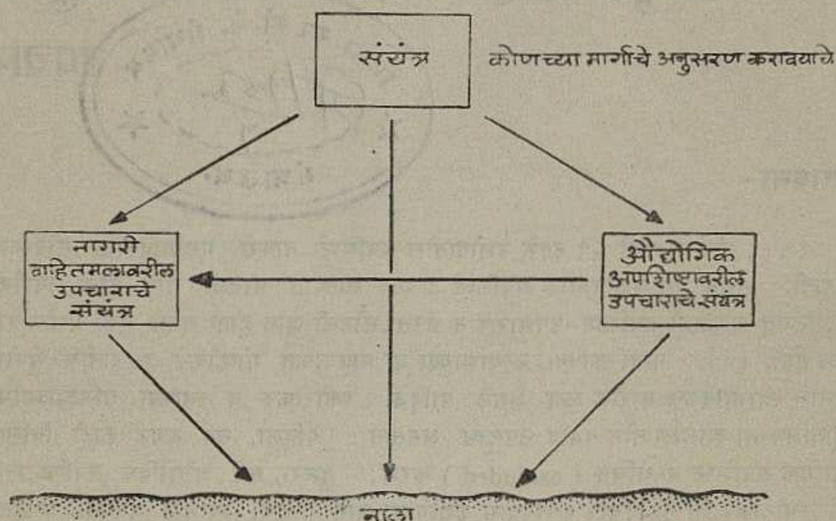
प्रस्तावना–

१९५९ मध्ये अंदाजी ६९ टक्के उद्योगांतील अपशिष्टे नागरी मलवाहिन्यांत सोडण्यात येत होती. तसेच ज्या उद्योगातील अपशिष्टे प्रत्यक्ष नाल्यात सोडली जात होती त्यापैकी ८२ प्रतिशत् कोणतेही अपशिष्ट–उपचारण न करता सोडली जात होती व ही एक गंभीर बाब बनली होती (५). नागरिकांच्या कल्याणाच्या या महत्वाच्या गोष्टीकडे शहरातील सुयोग्य शासनाचे स्वाभाविकच बारीक लक्ष असले पाहिजे. स्कोरीफर व त्याच्या समित्यांच्यामते नगरपालिकांना खालील तीन पर्याय उपलब्ध असतात : पहिला, सर्व अगर काही विशिष्ट औद्योगिक अपशिष्ट अपवर्जित (excluded) करणे; दुसरा, सर्व औद्योगिक अपशिष्टांच्या उत्पत्तिस्थानांजवळच पूर्वोपचार करावयास उद्योगांना भाग पाडणे, ज्यामुळे घरगुती वाहित–मलातील BOD च्या व घनपदार्थांच्या पातळीच्या जवळपास अपशिष्टांतील पातळी आणता येईल; अथवा काही विशिष्ट अपशिष्टांचे गुणधर्म हानिकारक असल्याने फक्त त्यांच्यावरच पूर्वोपचार करावयास लावणे; आणि तिसरा, सर्व औद्योगिक अपशिष्टांचा स्वीकार करणे अथवा उपचार संयंत्रांतील उपकरणांना धोकादायक असणारी अपशिष्टे वगळून बाकीच्या सर्वांचा स्वीकार करणे.

औद्योगिक संयंत्रांच्या व्यवस्थापकांनाही आपल्या अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीसंबंधी कार्यवाही करण्याचे खालील तीन मार्ग मोकळे असतात. पहिला, नगरपालिकेच्या वाहितमल संयंत्रात अपशिष्ट सोडणे व तेथून ते नाल्यात पाठविणे; दुसरा, ते (अपशिष्ट) औद्योगिक अपशिष्ट उपचारण संयंत्रात पाठविणे व तेथून नागरी सयंत्रात अगर नाल्यात सोडणे; कार्यवाहीचा तिसरा मार्ग, म्हणजे नाल्याच्या प्रवाहाचे आणि दर्जाचे काळजीपूर्वक सर्वेक्षण करून नंतर उद्योग व्यवस्थापनाला आढळते की नाल्यात अपशिष्ट प्रत्यक्षपणे सोडता येईल.

अनेक संयंत्रांच्या बाबतीत, त्यांच्या स्थानीय परिस्थितीमुळे आपले अपशिष्ट कोठे प्रस्त्रावित करावयाचे हे ठरविण्यास वाव नसतो. परंतु, जेथे हा वाव असेल तेथे, द्रव–

अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीशी संबंधित विद्यमान प्रथांचा काळजीपूर्वक अभ्यास करूनच कोणता " अपशिष्ट मार्ग " वापरावयाचा, या समस्येचे उत्तर मिळेल. सिद्धान्त आणि प्रथा, ह्या दोन्हींचाही अभ्यास करणे केवळ इष्ट असते असे नसून त्याची आवश्यकताही असते.



१४–१. नगरपालिकांच्या वाहितमल संयंत्रांचा औद्योगिक वापर–

एकाद्या उद्योगाला आपले अपशिष्ट नागरी उपचार संयंत्रात प्रत्यक्ष सोडणे अनेक वेळा शक्य असते व ते इष्टही असते. तेथे प्रदूषणातील काही भाग काढून टाकता येतो (३). जर नागरी वाहितमल संयंत्राचे योग्य प्रकारे अभिकल्पन व परिचालन केले तर, त्यात औद्योगिक अपशिष्टाचे सर्व प्रकार आणि राशी हाताळणे शक्य होते (४). म्हणून नागरी अपशिष्ट–जल उपचार संयंत्राचे एकत्रित संरचन आणि परिचालन, यांतील उद्योग व नगरपालिकांच्यातील सहकार ही एक गंभीरपणे विचार करण्यायोग्य बाब असते. अशा संयुक्त उद्योगात अनेक फायदे असतात.

१) फक्त एकाच परिचालकाची आवश्यकता असते आणि उपचारण संयंत्राचा बंदोबस्त ठेवण्याचे दायित्व संपूर्णपणे त्याच्यावर असते. म्हणजेच, अपशिष्टाच्या विल्हेवाटीचे काम पाहणाऱ्या औद्योगिक कामगाराला जशी संकीर्ण कामें पहावी लागतात तसे या परिचालकाला करावे लागत नाही.

२) जरी एकसारखी उपकरणे लागत असली तरी दोन अगर अधिक संयंत्रांच्या बांधकामास येणाऱ्या खर्चापेक्षा एकाचा खर्च कमी असतो.

३) राशीच्या दर एककाचा वेग कमी ठेवून अधिक अपशिष्टावर उपचार केले जात असल्याने परिचालनास कमी खर्च येतो.

४) एकाच विशिष्ट मालकावर जबाबदारी टाकता येते.

५) उद्योग आणि नागरी व्यवस्था, यांच्यातील सहकार्याची भावना वाढते; जेव्हा परस्पराना समाधानकारक अशी खर्चाची विभागणी केलेली असते तेव्हा, ही भावना विशेषप्रकारे वृद्धिगत होते.

६) सेंद्रिय औद्योगिक अपशिष्टांत जीवाणू मिसळण्यात येतात. जेव्हा ७० टक्क्यापेक्षा BOD चे अपचयन जास्त व्हावे लागते तेव्हा, जैवी उपचारणात ह्या अणुजीवांना फार महत्व प्राप्त होते.

७) स्वतंत्र घरगुती संयंत्रांच्या परिचालकाना मिळणाऱ्या वेतनापेक्षा अशा उपचारण–संयंत्रावरील परिचालकाला सामान्यपणे जास्त वेतन मिळत असल्यामुळे चांगले प्रशिक्षित लोक उपलब्ध होतात.

८) औद्योगिक विनिर्मितीमधील कर्मचारी अपशिष्ट–उपचारण संयंत्रावर नेमल्याने जी गैरव्यवस्था आणि उपेक्षा होण्याचा संभव असतो तो टळतो.

९) नगरपालिकांना संयंत्राच्या बांधकामासाठी राज्याकडे अगर केंद्राकडे मदतीकरता अर्ज करता येतो; पण खाजगी उद्योग अशा फायद्यास पात्र होत नाहीत.

संयुक्त उपचारणांत निर्माण होणाऱ्या अनेक समस्यांत, विल्हेवाट करावयाच्या संयंत्रात जाणाऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट जलाचा गुणधर्म ही सर्वात जास्त महत्वाची समस्या असते. औद्योगिक अपशिष्टांच्या प्रस्त्रावाचे समानीकरण आणि नियंत्रण करण्यात खालील गोष्टी कधीकधी आवश्यक असतात :–

१) जीवाणू आणि अन्य जीवाच्या, जे शुद्धीकरणाचे कारक असतात त्यांच्या, पर्यावरणी परिस्थितीत जलद बदल होण्यास प्रतिबंध करणे, २) किलाटनी द्रोण्यांत रसायनांची भरपूर मात्रा असल्याची खात्री करून घेणे, आणि ३) नाल्यात निःस्त्राव प्रस्त्रावित करण्याच्याआधी हानिकारक जीवाणूंचा नाश होण्यास पुरेसे क्लोरिनीकरण होईल अशी खात्री करून घेणे.

गेली काही वर्षे वाहितमल आणि औद्योगिक अपशिष्टावरील एकत्रित उपचारणाच्या विषयीच्या खालील दोन घटकांनीं विशेष लक्ष वेधून घेतले आहे : १) नाल्यातील प्रदूषण कमी करण्याबद्दल वाढती आस्था आणि २) युद्धोत्तर कालातील उद्योगांची आश्चर्यजनक वाढ आणि नंतर पाण्याच्या मागणीत होणारी वाढ

बहुतेक वाहितमल संयंत्रात कोणत्यातरी स्वरूपात जैवी उपचारणाचा वापर करण्यात येत असल्यामुळे परिचालन समाधानकारक होण्यासाठी अपशिष्ट मिश्रण—

१) शक्यतो एकजीव व प्रवाह वेग एक सारखा असलेले असावे, व अधिक हानिकारक औद्योगिक अपशिष्टांच्या एकदम टाकलेल्या (प्रघात) भारणापासून मुक्त असावे; २) तरंगत्या द्रव्यांच्या अतिभारणापासून मुक्त असावे, ३) अति अम्लता अगर क्षारतेपासून ते मुक्त असावे आणि उदासीनीकरण व ऑक्सीकरण झाल्यानंतर अवक्षेपित होणाऱ्या रसायनांचा त्यातील अंश उच्च नसावा; ४) रोगाणुरोधक (anticeptic) द्रव्य आणि धातूंच्या अवशेषापासून जवळजवळ मुक्त असावे; ५) कार्बोहायड्रेट्स, शर्करा, स्टार्च, व सेल्यूलोज, यांसारख्या BOD च्या संभाव्य साधनांचा अंश कमी असलेले आणि ६) ज्यात तेल आणि ग्रीजचे प्रमाण कमी आहे असे असावे.

औद्योगिक अपशिष्टाच्या वैशिष्ट्यामुळे जरी त्यावर नागरी वाहितमल संयंत्रात बिनधोक आणि परिणामकारकपणे उपचार करता आले तरी खालील दोन महत्वाच्या बाबींचा विचार करावा लागेल : १) वैयक्तिक अथवा औद्योगिक उल्लंघनापासून उपचारणास संरक्षण देणारा नागरी अध्यादेश आणि २) औद्योगिक अपशिष्ट स्वीकारल्यामुळे संरचन व परिचालनावरच ज्यादा खर्च नगरपालिकेस ज्याच्यामुळे करता येतो तो मलवाहिन्यावर आकारलेला कर.

१४–२. नागरी अध्यादेश–

नागरी अध्यादेशाचे जरी अनेक प्रकार असले तरी विविध घटकांच्या संकेंद्रणावर उपरी सीमा ठेवली जावी हा सर्वांचा उद्देश असतो. कधीकधी ही उपरी सीमा शून्य असते, कारण संयंत्राला अगर त्यातील घटक भागांना, प्रदूषकाची राशि, काहीही असली तरी, हानिकारक होते. नागरी अध्यादेशांच्या पालनाच्या जबाबदारीखेरीज, अनेक उद्योगांनी शहरा (शासना) शी स्वतंत्र करारही केलेले असतात. उपचार–सुविधांचे संरचन, परिचालन; आणि देखभालीची नगरपालिकेची जबाबदारी, आणि कोणत्याही कर्जरोख्यांच्या सहाय्याने एकूण प्रकल्पाकरता वित्तपुरवठा करण्याची जबाबदारी; प्रवाह, BOD, आणि घनपदार्थांच्या कमाल राशींच्या संबंधी उद्योगांनी करण्याच्या घोषणा, नागरी अपशिष्टाच्या तुलनेने औद्योगिक अपशिष्टराशीची

टक्केवारी; दरवर्षी परिचालन व देखभालीकरता उद्योगांनी द्यावयाची रक्कम, जर निर्देशित मर्यादांचे उल्लंघन झाले तर आकारावयाच्या दंडाची तरतूद; आणि उपचार–संयंत्राच्या संयुक्त उपयोगाशी संबंधित अशा अन्य समर्पक बाबी यांचा अशा करारात सामान्यतः समावेश केलेला असतो.

क्रमांक दोनच्या संदर्भ ग्रंथात, अपुऱ्या वाहितमल–नियंत्रणातील धोक्यांची खालील यादी दिली आहे : १) स्फोट व आगीपासूनचे धोके; २) मलवाहिनी चोंदणे; ३) पृष्ठजलाचे अतिभारण (वादळी आणि/अथवा शीतन जलाने होणारे मलवाहिनीचे प्रदूषण; ४) मलवाहिन्यांची भौतिक हानि आणि उपचारण–संयंत्राच्या संरचनेची हानि; ५) वाहितमल उपचारातील अडथळे.

मलवाहिनीसंबंधीच्या सर्वंकश अध्यादेशात (२) खालील मुख्य भाग असतात : प्रस्तावना; संज्ञांच्या व्याख्या; सार्वजनिक मलव्यवस्था उपलब्ध असणाऱ्या जागी त्यांचा उपयोग करण्यास भाग पाडण्याचे नियम; जेथे अशी व्यवस्था उपलब्ध नसेल तेथे खाजगी वाहितमल आणि अपशिष्टाच्या विल्हेवाटीच्या संबंधी नियम; मलवाहिन्या व त्यांच्या जोडांच्या संरचनेचे नियम आणि कार्यपद्धती; सार्वजनिक मलव्यवस्थेत सोडण्यास परवानगी देता येईल अशा पाणी व अपशिष्टांच्या राशी आणि स्वरूपासंबंधी नियम; विशेष नियम; तपासनीसांच्या अधिकारासंबंधी तरतूद; अंमल बजावणी (दंड) च्या संबंधीचे कलम; वैधतेसंबंधी कलम; आणि सह्या व साक्षी.

औद्योगिक अपशिष्टांचे स्वरूप इतके वेगवेगळे असते की कोणच्याही आदर्श अध्यादेशात फक्त स्थूल मर्यादाच प्रस्थापित करता येतात; नेहमी अध्यादेश सल्लागार अभियंत्याच्या शिफारशींच्यावर आधारलेले असावेत. बहुतेक अध्यादेशांत (२) स्वास्थ्य वाहितमलाशिवाय इतर अपशिष्ट पदार्थांच्या नियंत्रणाची खालीप्रमाणे तरतूद करण्यात येते :

१) ज्वालाग्राही पदार्थ अथवा प्रवाहास अडथळा आणणारे द्रव्य सार्वजनिक मलव्यवस्थेत प्रस्त्रावित करण्यास अध्यादेशाने प्रतिबंध करण्यात येतो.

२) निर्देशित नागरी प्राधिकारिणीच्या विशेष परवानगीनेच फक्त औद्योगिक अपशिष्टे सार्वजनिक मलव्यवस्थेत सोडता येतील असे त्यात नमूद केलेले असते.

३) ज्या अपशिष्टांमुळे मलव्यवस्थेच्या परिचालनास हानि पोहोचेल अगर त्यांत अडथळा येईल अशा सर्व अपशिष्टांना त्यात बंदी घातलेली असते. मात्र अशा अपशिष्टांचे पुरेसे उपचारण केले असेल तर ते याला अपवाद समजण्यात येतात. तरीसुद्धा अशी अपशिष्टे प्रविष्ट करूदेण्यासंबंधीचा निर्णय निर्देशित नागरी प्राधिकारिणीनेच घ्यावयाचा असतो.

४) कलम ३ मध्ये रूपरेखित केलेल्या कार्यपद्धतीचा तपशील स्वतंत्र अध्यादेशात परिगणित केलेला (enumerated) असतो.

५) औद्योगिक अपशिष्टांच्या आक्षेपार्ह गुणधर्मासंबंधी विशिष्ट मर्यादा घालून कलम ३ मधील कार्यपद्धतीची पुरवणी म्हणून तपशीलवार नियम तयार करण्यात येतात.

सार्वजनिक मलव्यवस्थेत सोडण्यास परवानगी देता येईल अशा पाणी व अपशिष्टांच्या राशी व गुणासंबंधी खालील नियमांच्या तपशिलांचे आदर्श अध्यादेशांत विवरण केलेले असते :

धारा १– वादळाचे पाणी, छपरांवरील अपवाह, शीतन जल, भूजल, इत्यादींना स्वास्थ्य मलवाहिन्यात जाऊ दिले जाणार नाही.

धारा २– **संयुक्त** अगर **वादळी मलवाहिन्या** म्हणून संबोधित केलेल्या मलवाहिन्यांतच वादळी पाणी अथवा अन्य संदूषित न झालेले निकासी पाणी प्रस्त्रावित करता येईल.

धारा ३– यापुढे केलेल्या तरतुदींच्याखेरीज खालील अपशिष्टांपैकी कोणतेही अपशिष्ट कोणाही इसमास स्वास्थ्य मलवाहिनीत सोडता येणार नाही : (अ) १५०°F पेक्षा जास्त तपमान असलेले कोणचेही द्रव अगर वाफ; (आ) वजनाने दर दशलक्ष भागात १०० भागांपेक्षा जास्त वंगण असलेले कोणचेही अपशिष्ट; (इ) कोणचेही पेट्रोल वगैरे अन्य ज्वालाग्राही अगर स्फोटक द्रव अथवा घनपदार्थ, अथवा वायू (ई) योग्य प्रकारे पूड न केलेला कोणताही केरकचरा; (उ) कोणतीही राख, धातु, खंगर, चिंध्या, चिखल, गवत, कांच, पिसे, डांबर, प्लॅस्टिक, लाकूड, अथवा अडथळा वा बाधा आणणारे अन्य घनपदार्थ; (ऊ) ५.५ पेक्षा कमी व ९.० पेक्षा जास्त pH असलेली अगर अन्य संक्षारक गुण असलेली कोणचीही अपशिष्टे; (ए) वाहितमल संयंत्रात, मानवास अथवा संग्राही नाल्यास धोका पोहोचण्याचा संभव असलेली कोणचीही विषाक्त अपशिष्टे; (ऐ) ज्या तरंगत्या घनपदार्थांच्या उपचारणास असाधारण खर्च येण्याची शक्यता आहे असे कोणतेही तरंगणारे घनपदार्थ : (ओ) कोणचेही अनिष्टकर वायू.

धारा ४– वंगण तेल, आणि वाळू, यांच्या करता जरुरीप्रमाणे रोधक बसविले पाहिजेत.

धारा ५– ह्या संस्थापनांची देखभाल मालकाने केली पाहिजे.

धारा ६– ज्यात, (अ) ३०० ppm पेक्षा ५ दिवसाचा BOD जास्त असतो, (आ) तरंगते घनपदार्थ ३५० ppm पेक्षा जास्त असतात, (इ) धारा ३ मध्ये वर्णन केलेल्या संख्यात्मक वैशिष्ट्यांपैकी कोणचेही वैशिष्ठ असते, (ई) शहरातील सरासरी रोजच्या प्रवाहाच्या २ टक्क्यापेक्षा सरासरी रोजचा प्रवाह जास्त असतो अशा कोणच्याही अपशिष्टाच्या प्रवेशासंबंधीच्या अटी ह्या धारेत प्रस्थापित करण्यात येतात.

धारा ७– कोणच्याही अपशिष्टाकरता ज्या प्राथमिक उपचारांच्या सुविधांची तरदूद केलेली आहे त्या सुविधांची देखभाल मालकाने स्वखर्चाने केली पाहिजे.

धारा ८– जरूर तेथे, औद्योगिक अपशिष्टे वाहून नेणाऱ्या मलवाहिनीचा उपयोग करणाऱ्या कोणच्याही मालमत्तेच्या मालकाने, निरीक्षण करणे, नमुना घेणे, आणि मापे घेणे याकरता एक सोयीस्कर तपासकुंडी बांधून घेतली पाहिजे.

धारा ९– धारा ३ व ६ मध्ये उल्लेख केलेल्या पाणी व अपशिष्टांच्या वैशिष्टयांची सर्व मापने आणि विश्लेषणे मानक पद्धतींना अनुसरून निर्धारित केली पाहिजेत.

धारा १०– ह्या अनुच्छेदात (article) समाविष्ट केलेल्या कोणच्याही निवेदनामुळे शहर व कोणताही उद्योग, यांच्यामधील विशेष करार अगर व्यवस्थेस बाधा येणार नाही.

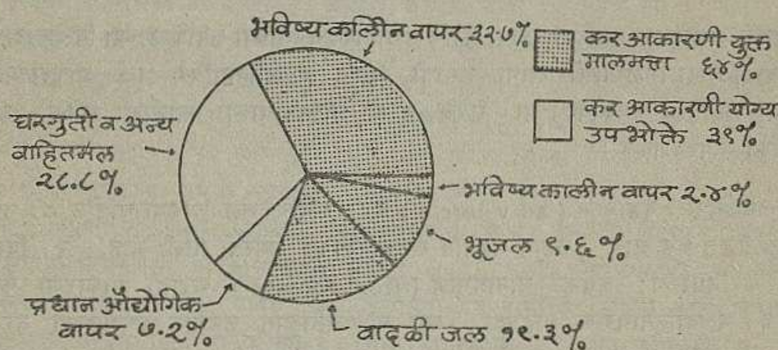
१४-३. मलवाहिनीच्या भाडयाचे दर–

नागरी अर्थसंकल्प सुरक्षित रहावा आणि उद्योगाकडून त्यांच्या अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीच्या खर्चाचा योग्य वाटा मिळण्याची खात्री असावी म्हणून मलवाहिन्यांवर भाडे आकारण्याची आवश्यकता असते. मलव्यवस्थेच्या सेवेचे शुल्क आकारण्याच्या खालील अनेक पद्धती नगरपालिका वापरू शकते :

१) मालमत्तेवरील यथामूल्य (ad valorem) कर; अमेरिकेच्या लोकवस्त्यांतील ८० टक्के वस्त्यांत ही पद्धत रूढ आहे. लहान शहरे व खेडेगांवांत ही यशस्वी झाली आहे. २) विशेष सामाजिक करनिर्धारण; अग्रफूट मानाप्रमाणे (front footage) कराची आकारणी केली जाते; ३) मलवाहिनीवरील भाडेपट्टी. ज्या नगरपालिकात उपचार संयंत्रणाची तरतूद केलेली असते त्यांपैकी एक षष्टमांश पालिकांत ही पद्धत वापरली जाते; ४) उद्योगांशी केलेले विशेष करार; ५) वरील पद्धतींच्यापैकी दोन अगर अधिक पद्धती एकत्रितपणे वापरणे.

करांचा विचार करताना, परिचालन, देखभाल, आणि कर्जाची परतफेड, या निश्चित खर्चाच्या बाबी विचारात घ्याव्यात. ह्या तीन्ही बाबींच्या खर्चातील प्रत्येकीचा कांही अंश मलव्यवस्थेच्या वापरावर लागू करावा आणि उरलेला ह्या व्यवस्थेच्या मालमत्तेच्या मालकांवर आकारावा. मलव्यवस्थेतील प्रत्येक घटकात्मक संचाचा खर्च विषयवार वेगळा करून आणि प्रत्येक संचाच्या वार्षिक खर्चाची टक्केवारी वापरदारावर व उरलेली घरमालकांवर आकारून ही कार्यवाही केली जाते. नंतर, वापरदारांवरील आणि घरमालकांवरील एकूण वार्षिक करभाराची आकारणी, एकांश लागतींची (unit costs) बेरीज करून, निर्धारित करण्यात येते. वैयक्तिक घरमालकाच्या मालमत्तेचे (अगर कधीकधी अग्रफूट मानाप्रमाणे) मूल्यांकन करून घरमालकांनी देण्याच्या करभारापैकी एकूण वाटा यथाप्रमाण करण्यात येतो. तसेच वापरदारांच्या वाट्याला

येणाऱ्या करभाराचे प्रमाणित वाटप खालील अपशिष्ट घटकांवर आधारित केले जाते. राशि, तरंगते घनपदार्थ, जैव रासायनिक ऑक्सीजनची मागणी, आणि (कधीकधी) क्लोरीनची मागणी. प्रत्येक संचाकरता वापरदाराच्या वाट्याचे संगणन करताना हे घटक विचारात घेतले जातात. जर केवळ आयतनिक आधारावरच संचाचे अभिकल्पन केले असेल, उदा. मुख्य वाहितमल पंप, तर आयतन योगदात्यावर (contributor) वापरदाराचा संपूर्ण वाटा आकारण्यात येतो. उलटपक्षी, अवमल पाचनाच्या एकूण खर्चापैकी ९० प्रतिशत् खर्च तरंगत्या घन्पदार्थांच्या योगदात्यांवर व १० प्रतिशत् BOD च्या योगदात्यांवर आकारण्यात येतो. जर पाण्याच्या वापरावर वाहितमलाची राशि आधारलेली असेल आणि पुरवठा खाजगी (विहिरींचे अथवा नदीचे पाणी) असेल तर, प्रवाह मापनाकरता जलमापक सामान्यतः उद्योग पुरवितात.

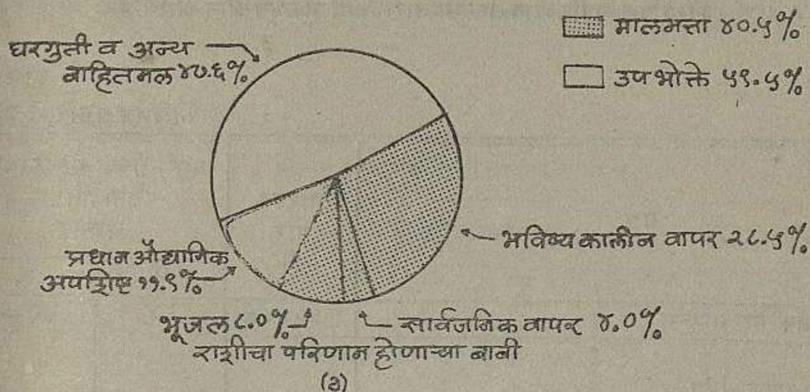


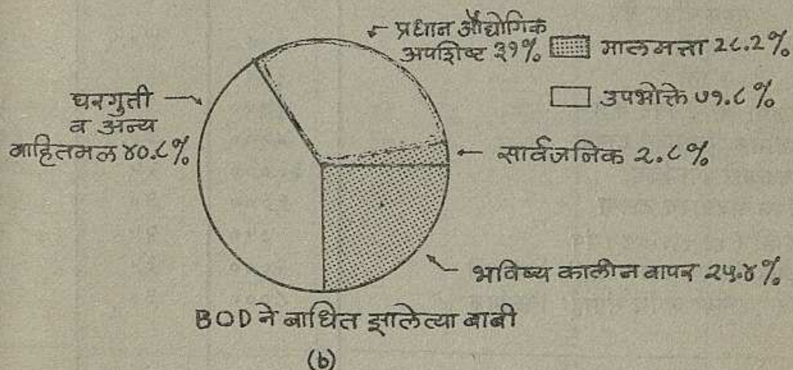
आकृति १४-१. रोधक (intercepting) मलवाहिन्यांच्या वरील निश्चित प्रभारांचे (fixed charges) वाटप (Schroepfer प्रमाणे [५]).

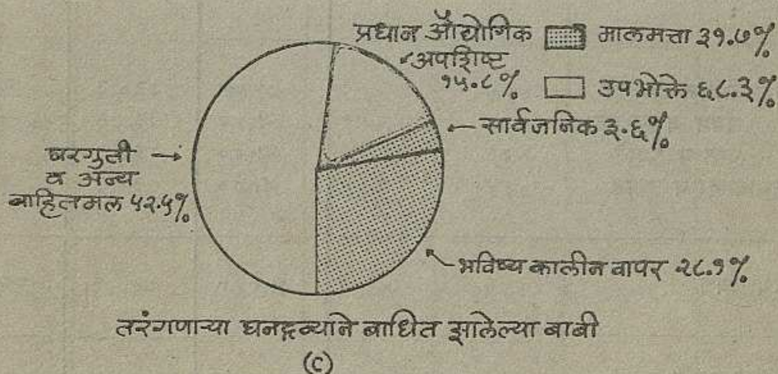
राशि, घनपदार्थ आणि BOD, यांच्या संबंधी वापरदारांवरील प्रभार क्रमवार एकत्र केल्या-नंतर, आपणास प्रत्येक वर्गातील वापरदारांच्या एकूण करभाराची माहिती मिळते. ह्या तीन्हींची बेरीज, वार्षिक मलव्यवस्थेच्या खर्चातील अनुक्रमे वापरदाराचा हिस्सा दाखवते आणि क्रमाने वापरदाराच्या व घरमालकाच्या हिश्यांची बेरीज मलव्यवस्थेवरील संपूर्ण वार्षिक खर्च दाखविते.

खर्चाच्या योग्य वाटपाचे दिग्दर्शन करण्याकरता Schroepfer ने (५) खालील उदाहरणाचा उपयोग केला आहे : एका विशिष्ट शहरातील वाहितमलाच्या विल्हेवाटीच्या व्यवस्थेच्या एकूण वार्षिक खर्चात खालील घटक होते :

(पुढील मजकूर पा. २१७ वर पहा)







आकृति १४-२. उपचारण संयंत्रावरील निश्चित प्रभारांचे वाटप (a) राशीचा परिणाम होणाऱ्या बाबी; (b) BOD ने बाधित झालेल्या बाबी; (c) तरंगणाऱ्या घनद्रव्याने बाधित झालेल्या बाबी. (Schroepfer प्रमाणे [५]).

कोष्टक–

निश्चित प्रभाराचे वाटप

संच	एकूण निश्चित भार $	मालमत्तेच्या मालकावर बसवावयाचा आकार	
		%	$
रोधक मलवाहिन्या	३५०००	६४	२२३००
उपचारण संयंत्र			
मुख्य पंपिंग केंद्र			
उपकरणें	१५००	४०.५	६००
इमारती	१२५०	६४	८००
जाळ्या आणि ग्रिट कक्ष–	१५००	६४	९५०
प्राथमिक अवसादन टाक्या	४५००	४०.५	१८००
ठिबकणारे निस्यंदक	३००००	२५	७५००
अंतिम अवसादन टाक्या	९०००	३०	२७००
संग्राही (receiving) पंप	७५०	२५	२००
क्लोरिनीकरण टाक्या आणि उपकरणें	२०००	३५	७००
पाचन टाक्या आणि संग्राही निस्यंदक	८०००	३०	२४००
उप बेरीज	५८५००	३०.३	१७६५०
मुख्य नियंत्रण इमारत	७५००	३०.३	२३००
संयंत्र जलपुरवठा	२५००	३०.३	८००
रस्ते व मैदाने	२५००	३०.३	८००
नळव्यवस्था व तापन	४०००	३०.३	१२००
एकूण संयंत्र	७५०००	३०.३	२२७५०
एकूण-निश्चित प्रभार	११००००	४१	४५०५०

१४–१.
(Schroepfer) प्रमाणे (५).

वापरदारांवर बसवावयाचा आकार	—वर आकारावयाचा वापरदाराचा वाटा					
	राशि		तरंगते घनपदार्थ		BOD	
$	%	$	%	$	%	$
१२७००	१००	१२७००				
९००	१००	९००				
४५०	१००	४५०				
५५०	६०	३३०	४०	२२०		
२७००	८५	२३००	१५	४००		
२२५००	१०	२२५०			९०	२०२५०
६३००	५०	३१५०			५०	३१५०
५५०					१००	५५०
१३००	४०	५२०			६०	७८०
५६००			१००	५६००		
४०८५०	२४.२	९९००	१५.२	६२२०	६०.६	२४७३०
५२००	२४.२	१३१०	१५.२	७९०	६०.६	३१००
१७००	२४.२	४१०	१५.२	२६०	६०.६	१०३०
१७००	२४.२	४१०	१५.२	२६०	६०.६	१०३०
२८००	२४.२	६८०	१५.२	४३०	६०.६	१६९०
५२२५०	२४.२	१२७१०	१५.२	७९६०	६०.६	३१५८०
६४९५०	३९.२	२५४१०	१२.२	७९६०	४८.६	३१५८०

कोष्टक १४–२.

परिचालन आणि देखभालीवरील खर्चाचे वाटप

(Schroepfer प्रमाणे) (५).

संच	परिचालन व देखभाली वरील एकूण खर्च	मालमत्तेच्या मालकांवर आकारता येणारा		वापरदारांवर आकारता येणारा,	— वर आकारावयाचा वापरदारांचा वाटा					
					राशि		तरंगते घनपदार्थ		BOD	
	$	%	$	$	%	$	%	$	%	$
रोधक मलवाहिन्या	२२००	६०	१३००	९००	६०	५००	४०	४००		
मुख्य पंपिंग केंद्र	९.२००	१७	१६००	७६००	१००	७६००				
प्राथमिक उपचार	६७००	५०	३४००	३३००	५०	१७००	५०	१६००		
दुय्यम उपचार	१३५००	१५	२०००	११५००	१०	१२००			९०	१३३००
निःस्त्रावाचे क्लोरिनीकरण	५२००	१५	८००	४४००	१०	४००			९०	४०००
अवमलाची विल्हेवाट	१७५००	५	९००	१६६००			१००	१६६००		
सामान्य	५०००	१५	८००	४२००	२५	१०००	४३	१८००	३२	१४००
पर्यवेक्षणावरील	६२००	१५	९००	५३००	२५	१३००	४३	२३००	३२	१७००
वसुली व बिले करणे	५०००	१५	८००	४२००	२५	१०००	४३	१८००	३२	१४००
एकूण	७०५००	१७.८	१२५००	५८०००	२५.४	१४७००	४२.१	२४५००	३२.५	१८८००

१) निश्चित प्रभार		
	रोधक मलवाहिन्या *	$ ३५०००
	उपचारण संयंत्र *	७५५००
२) परिचालन आणि देखभालीवरील खर्च		७००००
	एकूण	$ १८०५००

मलवाहिन्या आणि उपचारण संयंत्रांमधील निश्चित प्रभाराचे वाटप कोष्टक १४–१ मध्ये दाखविले आहे. कोष्टक १४–२ मध्ये परिचालन आणि देखभालीवरील खर्चाचे वाटप दाखविले आहे. कोष्टक १४–३ मध्ये निश्चित प्रभार व देखभालीवरील खर्च सारांश रूपात दिला आहे.

मालमत्तेच्या **मालकावरील प्रभार** निर्धारित मूल्यांकनाप्रमाणे (assessed evaluation) वाटण्यात यावा. चर्चिलेल्या उदाहरणात तो $ २०,०००,००० धरला आहे. म्हणून मालमत्तेच्या दर १००० डॉलर मूल्यांकनासाठी मालमत्तेच्या मालकावर आकारावयाच्या प्रभाराची रक्कम २.८८ डॉलर होते. वापरदारावरील आकारणी, प्रवाह, घनपदार्थ, आणि BOD, यांच्यावर पूर्वी उल्लेखिल्याप्रमाणे अवलंबून असते. म्हणून वार्षिक प्रवाह आणि अपशिष्ट भाराच्या प्रत्येक प्रकाराच्या राशी पहिल्या वर्षाच्या परिचालनानंतर, निश्चित कराव्या अथवा वापरदारावरील वार्षिक प्रभार निश्चित करण्यापूर्वी त्या अंदाजित कराव्या. कोष्टक १४-४ मधील तिसऱ्या स्तंभात, स्तंभ १ व २ मध्ये दिलेल्या माहितीवरून प्राप्त केलेल्या एकांश दरांची (unit rates) सूचि दिली आहे.

अनुपचारित औद्योगिक अपशिष्ट व घरगुती वाहितमलाची एकत्रित विल्हेवाट करावयाच्या एका प्रकल्पाचे प्रकरणवृत्त (case history)—

चर्चेकरता ८५०० लोकसंख्येच्या विकसनशील व औद्योगिक–अपशिष्टाच्या समस्येला तोंड द्यावे लागणार असलेल्या एका प्रत्यक्ष शहराच्या उदाहरणाचा आपण विचार करूया. जेव्हा नागरी शासन आणि औद्योगिक व्यवस्थापन अपशिष्टाच्या विल्हेवाटीसंबंधीच्या समस्या सोडविण्यासाठी एकमेकास सहकार्य देतात तेव्हा काय फलनिष्पत्ती प्राप्त करता येते याचे हे शहर एक उत्कृष्ट उदाहरण म्हणून काम देते.

शहरातील वाहितमल ज्या नाल्यात सोडावयाचा त्यात तो प्रस्तावित करण्यापूर्वी त्यावर पुरेशा प्रमाणात उपचार करण्यात येत नसत. परंतु वाहितमलावर केवळ योग्य उपचार करणे आणि त्याचे निष्कासन करणे यापेक्षा काही अधिक या समस्येत अंतर्भूत होते.

त्या शहरातील कापसाच्या सुतावर अंतिम उपचार करण्याच्या एका मोठ्या गिरणीतील अपशिष्टावरही उपचार करण्याची आवश्यकता होती म्हणून नागरी व्यवस्था आणि उद्योग, यांनी खऱ्याखुऱ्या सहकाराच्या भावनेने आपल्या समस्यांची उत्तमप्रकारे सोडवणूक करण्याच्या प्रयत्नात लेखकाशी औपचारिक करार केला—

* भांडवली निवेश (investment) : रोधक मलवाहिन्या, $ ७००००० आणि उपचारण संयंत्र, $ १५०००००; [दर वर्षी ५ प्रतिशत् (एकूण व्याज आणि मुद्दल) कर्ज फेड.]

कोष्टक १४–३.

(निश्चित आणि परिचालन प्रभारांच्या वाटपाचा सारांश Schroepfer प्रमाणे) (५) .

निश्चित भार	— वर आकारावयाचा			
	वापरदार		मालमत्तेचे मालक	
	%	$	%	$
मलवाहिन्या	३०	१२७००	६४.०	२२३००
उपचारण संयंत्र	६९ ७	५२२५०	३० ३	२२७५०
परिचालन व देखभालीवरील खर्च	८२.२	५८०००	१७.८	१२५००
एकूण आणि सरासरी	६८-१	१२२९५०	३१ ०९	५७५५०

कोष्टक १४–४.

(तीन घटकांवर आधारलेली वापरदारांवरील प्रभारांची गणने Schroepfer प्रमाणे) (५).

	वार्षिक राशि	एकूण, $	एकांश दर
प्रवाहाची राशि	१३७० दशलक्ष गॅलन	४००००	$ २.९३/१००० गॅलन
तरंगते घनपदार्थ	३६४७००० पौंड	३२४६०	०-८९/१०० पौंड
BOD	३८४७००० पौंड	५०३८०	१.४०/१०० पौंड

समस्या सोडविण्याकरता खालील कार्यवाही करण्यात आली : १) घरगुती आणि औद्योगिक अपशिष्टांचे मापन, २) अपशिष्टांच्या स्वास्थ्यविषयक वैशिष्ट्यांचे निर्धारण, ३) अपशिष्टांवरील प्रायोगिक उपचार, ४) संग्राही प्रवाहावरील परिणाम प्रस्थापित करणे,

५) विद्यमान आणि अनुज्ञेय प्रस्त्रावांचे गणन ६) नाल्यातील विश्लेषणावर आधारित केलेल्या शिफारसी, ७) औद्योगिक प्रक्रिया-जलाकरता विसर्जन— संयंत्रातील निस्त्रावाच्या पुनरुपयोगासंबंधी अन्वेषण, ८) भविष्यकालीन विस्ताराकरता नियोजन, ९) लागणाऱ्या सयंत्रांचे निर्धारण, १०) उपचारण-खर्चाच्या वाटयाचे विभाजन (apportioning) ११) उपचारण-संयंत्राच्या जागेची निवड.

वस्तुस्थितींची माहिती गोळा करून त्याचे मूल्यमापन करताना प्रत्येक अंगाचा स्वतंत्रपणे विचार करण्यात आला. माहिती उपलब्ध झाल्यानंतर आणि तिचे बिनचुक मूल्यमापन केल्यानंतरच फक्त सुयोग्य अभियांत्रिकी निर्णय घेता आला.

कोष्टक १४-५.

वाहितमल आणि अपशिष्टांच्या २४ तासातील प्रवाहाच्या * सर्वेक्षणांचे निष्कर्ष-

तारीख	गिरणीतील दरमिनिटास गॅलन			शहरातील दरमिनिटास गॅलन		
	किमान	सरासरी	कमाल	किमान	सरासरी	कमाल
१/२३/५७	५६६	१२४८	२३६०	२२७	३३३	५३०
२/४/५७	८९२	१४९४	२७००			
२/२५/५७				२२७	३६४	५९०

* शहरी प्रवाह अगदी सुसंगत होता.

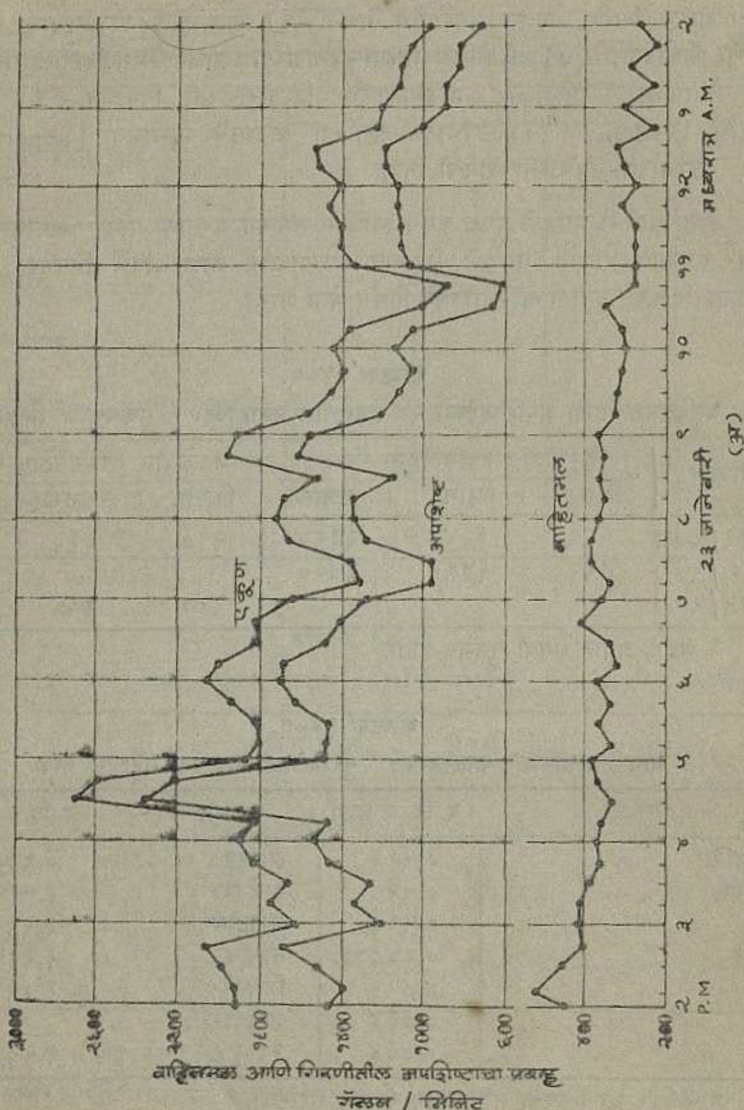
कोष्टक १४-६.

नागरी जलोपचार कार्यालयाने * पुरविलेल्या पाण्याचा सरासरी वापर.

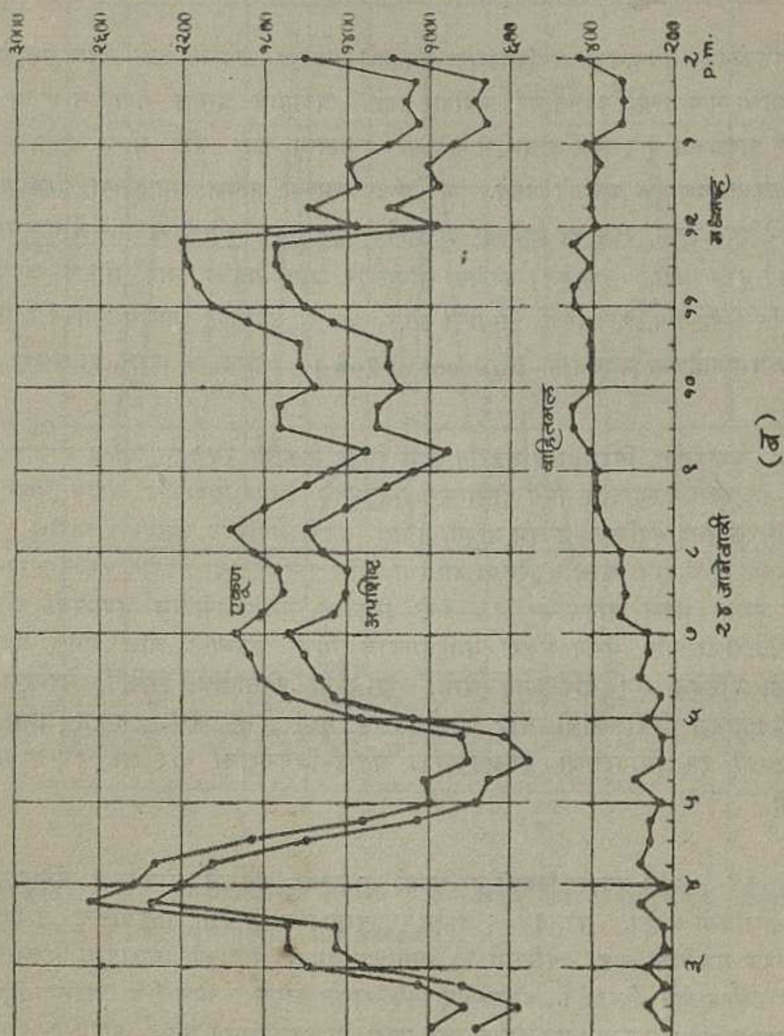
महिना	द. दि. द. ल. गॅ.	महिना	द. दि. द. ल. गॅ.
जानेवारी	०.५१३	ऑगस्ट	०.९६८
फेब्रुवारी	०.५२८	सप्टेंबर	१.०१३
मार्च	०.५६३	ऑक्टोबर	१.२९६
एप्रिल	०.६४८	नोव्हेंबर	१.१३५
मे	०.८५२	डिसेंबर	१.०६१
जून	०.७३४	जानेवारी	
जूलै	०.७०४	२३-२४,१९५७ ‡	१.२२५

* १९५६ सालाकरता महिनावार रोजची सरासरी.

‡ अपशिष्टाचा नमुना घेण्याच्या कालातील पहिल्या २४ तासांची तारीख; द. दि. द. ल. गॅलनाचा आंकडा सुमारे ५० टक्के औद्योगिक खप दाखवितो.



आकृति १४–३ (अ) व (ब) जानेवारी २३ व २४ तारखेस दर १५ मिनिटांच्या कालांतराने नोंद केलेले शहरातील वाहितमल आणि गिरणीतील अपशिष्ट यांचे प्रवाह.


वाहितमल आणि गिरणीतील अपशिष्टाचा प्रवाह, गॅलन/मिनिट
३०००
२६००
२२००
१८००
१४००
१०००
६००
४००
२००
एकूण
अपशिष्ट
वाहितमल
२ p.m.
१
१२ मध्यरात्र
११
१०
९
८
७
६
५
४
३
२४ जानेवारी

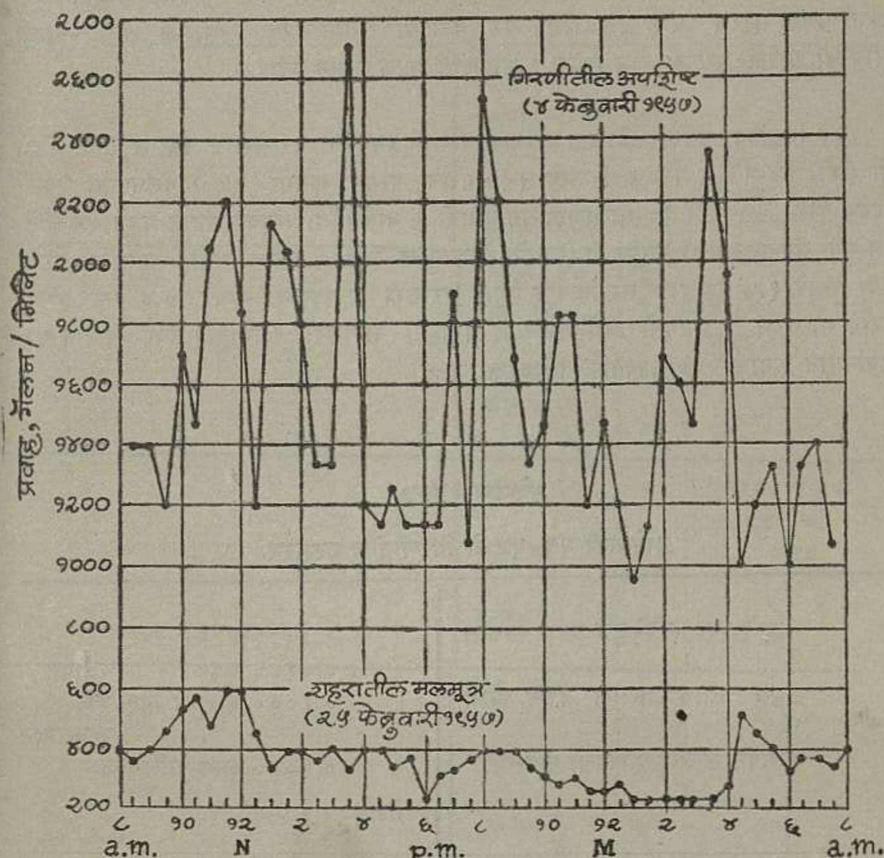
(ब)

१४-४. घरगुती आणि औद्योगिक अपशिष्टांचे मापन-

अभियंत्याला कोणत्याही अपशिष्टाच्या प्रवाहाचे मापन करावयाच्या वेळी, मनुष्य बल, वेळ, आणि पैशाची मापनाच्या व्याप्तीवर मर्यादा पडते. प्रवाहाचे प्रत्यक्ष मापन न करता गत कालातील पाण्याच्या वापरावर आधारित केलेल्या प्रवाहाला फार थोडे मोल असते, आणि पुष्कळ वेळा ते दिशाभूल करणारे असते. अपशिष्ट-जलाच्या प्रत्यक्ष प्रवाहाच्या दीर्घ काल नोंदी ठेवणे इष्ट असते, परंतु वर दिलेल्या कारणांपैकी एक अगर अधिक कारणांमुळे सामान्यतः ते व्यवहार्य ठरत नाही. (म्हणून) काहीसा सोयीस्कर असा मधला मार्ग शोधणे जरुरीचे असते आणि असा मार्ग, लोकसंख्या, पाण्याचा वापर, आणि अपशिष्ट जलाचे मापन, यांची तुलना करून प्रवाहाच्या संतुलनाचे (balance of flow) अभिकल्पन करणे, हा असतो.

ह्या उदाहरणात, गिरणीत व शहरात अशा दोन्ही ठिकाणी २४ तासांच्या ३ कालावधीत अपशिष्ट-जलाच्या निःस्त्रावाचे नमुने गोळा करण्यात आले आणि प्रवाहाचे मापन करण्यात आले. गिरणीतील अपशिष्ट-जलाचे मापन, तेथील संपूर्ण अपशिष्ट ज्यावरून वाहील अशा ९०^{0} व्हीच्या आकाराचा खाच असलेल्या बांधाचा आणि फ्ल्यूमपेटीचा उपयोग करुन, करण्यात आले. अंशतः भरून वाहणाऱ्या १६ इंची निकासी मलवाहिनीतील प्रवाहाची खोली तिच्या उताराची नोंद घेऊन शहरी वाहितमलाचे मापन करण्यात आले आणि प्रवाह-गणनासाठी मॅनिंगचे सूत्र वापरण्यात आले. ह्या तीन दिवसांतील, किमान, सरासरी, व कमाल प्रवाहाच्या निरीक्षणांची नोंद को. १४-५ मध्ये केली आहे. नमुना घेण्याच्या प्रथम दिवशी १५ मिनिटांच्या कालांतरातील प्रवाह-विचरणांची नोंद आ. १४-३ मध्ये केली आहे.

आ. १४-४ मध्ये दुसऱ्या दिवशी दर अर्ध्या तासाच्या अंतराने मोजलेल्या प्रवाहातील विचरणे दाखविली आहेत. को. १४-६ त १९५६ सालातील प्रत्येक महिन्यातला पाण्याचा सरासरी खप दाखविला आहे. पहिल्या २४ तासांच्या नमुना घेण्याच्या कालातील गिरणीच्या क्षमतेच्या टक्केवारीचे दिग्दर्शन कोष्टक १४-७ वरून होते. तसेच त्या कालावधीतील रंगकामाच्या सामान्य प्रकारापासून होणारे विचरणही त्यावरून दिसून येते. को. १४-८ मध्ये तीच माहिती दुसऱ्या २४ तासांच्या कालावधीकरता दिली आहे. ह्या माहितीवरून अभियंत्याला विनिर्मितीच्या अन्य परिस्थितीतील अपेक्षित असलेल्या अपशिष्टाची शक्ति आणि राशि यांची निश्चिती करता येते.



आकृति १४–४. अर्ध्यातासाच्या अंतराने ४ व ५ फेब्रुवारीला नोंद केलेले शहरातील वाहितमल आणि गिरणीत ल अपशिष्ट यांचे प्रवाह–

२४ तासांच्या कालाच्या सर्वेक्षणात गिरणीतील अपशिष्ट द. मि. स सरासरी १३७१ गॅलन होते (गॅं/मि) (को१४-५). १५ मिनिटांच्या कालात द मि. स ५६६ या किमान मूल्यापासून द. मि. स २७०० गॅलन इतक्या कमाल मूल्यापर्यंत ते बदलत गेले. (अशा तऱ्हेच्या विचरणामुळे स्वतंत्र उपचारणापेक्षा संयुक्त उपचारण नेहमीच अधिक अवघड जाते.) अंदाजी ८ तासांच्या कालांतरात अत्युच्च प्रवाह घडून आले. (आ. १४–३ व १४–४ पहा.), आणि

दिवसाच्या प्रवाह–राशी पासून रात्रीच्या प्रवाहात फारसा मोठा फरक पडला नव्हता. ८ तासांचा प्रवाह धारण करील असे अभिकल्पन केलेल्या समानीकरण द्रोणीमुळे ह्या अत्युच्च प्रस्त्रावांची सारखी पातळी होऊ शकेल हे आपणास सहज दिसून येईल.

२४ तासांच्या सर्वेक्षण कालात शहरातील वाहितमलाची सरासरी द. मि स ३४८ गॅलन होती (को. १४-५). द. मि. स किमान २२७ गॅलन पासून कमाल ५९० गॅलनपर्यंत त्याचे विचरण होते. सकाळी १० वाजल्यापासून दुपारी २ वाजेपर्यंत अत्युच्च प्रवाह घडून येत होते, तसेच पुन: संध्याकाळी ७ पासून रात्री पर्यंत ते अत्युच्च होते. कमाल प्रवाह सरासरी प्रवाहाच्या सुमारे १.७ पट होता तर किमान प्रवाह सरासरी प्रवाहाच्या सुमारे ०.४ पट होता. ("सर्व साधारण" घरगुती वाहितमल (प्रवाह) सरासरी (प्रवाहा) च्या किमान ५० टक्क्यांपासून कमाल २०० टक्क्यांपर्यंत बदलता असतो.

कोष्टक १४–७.

जानेवारी २३–२४ चे गिरणीतील उत्पादन.

जानेवारी २३–२४ च्या कालात २४ तासात दशलक्ष गॅलन मध्ये मापन केलेला पाण्याचा खप–		१.७५११ प्रक्रिया जल ०.०१८६ मृदुकारक पश्चधावन ०.१००० वालुका निस्यंदक, पश्चधावन ०.१०८० अन्य प्रक्रियाजल एकूण–१.९७७७
मापन केलेले अपशिष्ट (प्रवेशी अपव्ययाची टक्केवारी) ९०.७		१.७९५
रंग विनिर्मिति		कमाल क्षमतेची टक्केवारी
	रंग गृह अ	९०
	रंग गृह ब	१००
	रंग गृह क	५९
स्लॅशिंगचे उत्पादन		८०
सफाई उत्पादन		८०–९०

(कोष्टक १४–७ पुढे चालू)

मूल स्थान	रंगकामाच्या प्रकाराने प्रभावित झालेला अपशिष्टांचा गुणधर्म		
	सामान्य रंगकाम		प्रत्यक्ष रंगविणे, जानेवारी २३–२४
	रंगाचा प्रकार।	%	%
रंग गृह अ	पत्यक्ष रंग	२९	५
	वॅट रंग	६१	६४ (चरम दिवस)
	सलफर, नॅप्थॉल, वॅट अम्ल	१०	सल्फर ३१
रंग गृह ब	प्रत्यक्ष रंग	४०	अतिरिक्त प्रत्यक्ष (आठवड्याचा दिवस)
	वॅट रंग	४०	
	सल्फर	२०	
रंग गृह क	वॅट रंग	८०	९७.५
	नॅप्थॉल	१५	२.५
	सल्फर	५	—

एकूण सामान्यवाहितमल प्रवाहाच्या शहरी वाहितमलाची सरासरी २० टक्के असल्याने शहरी वाहितमल प्रवाहातील विचरणांचा कोणच्याही एका मिनिटातील एकूण राशीवर भरीव परिणाम झाला नाही, परंतु गिरणीतील अपशिष्टाच्या प्रवाहातील विचरणांचा एकूण अपशिष्टाच्या राशीवर तात्काळ परिणाम होतो. कारण गिरणीतील प्रवाहाची राशि शहरात त्यापेक्षा कितीतरी जास्त होती.

कोष्टक १४–८

४–५ फेब्रुवारीचे गिरणीतील उत्पादन.

फेब्रुवारी ४-५ तारखांच्या २४ तासांच्या कालावधीत दशलक्ष गॅलनमध्ये मापन केलेला पाण्याचा खप.	१.५०३३ प्रक्रिया जल ०.०१८६ मृदुकारकातील पश्च धावन ०.१००० वालुका निस्यंदकातील पश्चधावन ०.४२०० अन्य प्रक्रियाजल एकूण २.०४१९
मापन केलेले अपशिष्ट	२.१५
फुटलेल्या मलवाहिनीतील वाहितमल, दशलक्ष गॅलन,	०.३०
गिरणीतील प्रत्यक्ष अपशिष्ट, द.ल.गॅलन,	१.८५
रंगाचे उत्पादन	कमाल क्षमतेची टक्केवारी
रंग गृह अ	९५
रंग गृह ब	१००
रंग गृह क	५९
स्लॅशिंग उत्पादन	८५
सफाई उत्पादन	८२–९५

(कोष्टक १४–८ पुढे चालू)

मूल स्थान	रंगाच्या प्रकाराने प्रभावित झालेल्या अपशिष्टांचे गुणधर्म		
	सामान्य रंगकाम		प्रत्यक्ष रंगकाम, फेब्रु. ४–५.
	रंगाचा प्रकार।	%	%
रंग गृह अ	प्रत्यक्ष रंग	२९	२.०
	वॅट रंग	६१	२५.६
	सल्फर		सल्फर ७०.४
	नॅप्थॉल	१०	नॅप्थॉल —
	वॅट अम्ल		वॅट अम्ल २.०
रंग गृह ब	प्रत्यक्ष रंग	४०	६७
	वॅटरंग	४०	३३
	सल्फर	२०	—
रंग गृह क	वॅट रंग	८०	६६.५
	नॅप्थॉल	१५	३३.५
	सल्फर	५	—

ऑक्टोबर मधील सरासरी दिवसांच्या व्यतिरिक्त, (को. १४–६ पहा) कोणच्याही दिवसांच्या मानाने (महिन्याच्या सरासरीवर आधारित केलेला) शहरी पाण्याचा खप, नमुना घेण्याच्या पहिल्या २४ तासांच्या कालावधीत, जास्त होता. म्हणून त्या दिवशीची नागरी अपशिष्टाची राशि जवळ जवळ कमाल असल्याचे मानण्यास हरकत नाही. त्याच कालावधीतील गिरणीतील उत्पादन कमाल क्षमतेच्या ८० ते १०० प्रतिशत् होते (को. १४–७), म्हणून गिरणीतील अपशिष्टाच्या संदर्भात हा दिवस उच्च प्रमाणात उत्पादनक्षम होता. तसेच, रंगकामातील अपशिष्टाचा गुणधर्म, गिरणीतील सामान्यपणे उत्पादन होत असलेल्या अप शिष्टाच्या गुणधर्मांचा प्रतिनिधी होता. नमुना घेण्याच्या कार्यक्रमानंतर असा निष्कर्ष काढता आला कीं, शहर आणि उद्योगानी एकत्रितपणे प्रायोजित केलेल्या संयंत्रात द. मि. स सरासरी एकूण १७१९ गॅलन (द. दि. २.४७ द. ल. गॅलन) अपशिष्ट हाताळले गेलेच पाहिजे.

१४–५ अपशिष्टांच्या स्वास्थ्यविषयक गुणधर्मांचे निर्धारण–

पहिल्या २४ तासांच्या नमुना घेण्याच्या आणि मापन करण्याच्या कालात, ६ तासांची गिरणीतील ४ संमिश्र अपशिष्टे आणि १२ तासांचे २ शहरी वाहितमल गोळा करण्यात आले आणि त्यांचे pH, रंग, क्षारता, अम्लता, BOD, आणि एकूण घनपदार्थांच्या संबंधात, विश्लेषण करण्यात आले. अमेरिकेच्या सार्वजनिक स्वास्थ्यसेवा विभागाच्या **पाणी, वाहितमल, आणि औद्योगिक अपशिष्ट तपासणीच्या मानक पद्धती** १० वी आवृत्ति, (६), प्रमाणे ह्या चांचण्या करण्यात आल्या. को. १४–९ मध्ये त्यांचे निष्कर्ष सादर केले आहेत. दुसऱ्या २४ तासांच्या नमुना घेण्याच्या व मापन करण्याच्या कालावधीत गोळा केलेल्या गिरणीतील ६ तासांच्या ४ संमिश्र अपशिष्टांचे अन्वेषण करून त्यांचे निष्कर्ष को. १४–१० देण्यात आले आहेत. तिसऱ्या मापन कालातील २४ तासांच्या शहरी वाहितमलाचा संमिश्र नमुना गोळा करण्यात आला आणि त्याचे विश्लेषण त्या कालात करून त्याचे निष्कर्ष को. १४–११ त दिले आहेत.

(शहरी आणि औद्योगिक अपशिष्टांच्या) नमुन्यांचा पहिला संच बुधवारी गोळा केला; त्यावेळी गिरणीतील काम (जवळ जवळ वा) पूर्ण क्षमतेत चालू होते, आणि शहरी वाहितमलाची राशि सामान्य होती. (गिरणीतील अपशिष्टांच्याच फक्त) नमुन्यांचा दुसरा संच सोमवारी गोळा केला; तेव्हा आठवड्यानंतर गिरणीतील पूर्ण उत्पादनास नुकतीच सुरवात झाली होती. (शहरी अपशिष्टांचाच फक्त) तिसरा संचसुद्धा सोमवारी गोळा केला आणि त्यावेळी शहरी वाहितमल जास्तीत जास्त प्रबल होता आणि त्याची राशि कमाल होती. जेव्हा पावसाचे अंतःस्त्रवण किमान होते असे गृहीत धरण्यात आले तेव्हा अशा शुष्क हवामानाच्या कालात सर्व नमुने गोळा केले होते.

गिरणीतील अपशिष्टाचे उदासीनीकरण करण्यास लागणाऱ्या सल्फ्युरिक अम्लाच्या राशी दाखविणारी दोन अनुमापन वक्रे (titration curves) आ. १४–५ व १४–९ त सादर केली आहेत. ४ फेब्रुवारी १९५७ मध्ये गोळा केलेल्या गिरणीतील अपशिष्टाच्या उदासीनी-करणास लागणारे अम्ल आ. १४–५ मध्ये दिले आहे. आ. १४–६ त २५ फेब्रुवारी १९५७ ला गोळा केलेले गिरणीतील अपशिष्ट व अपशिष्ट-वाहितमल मिश्रण, अशा दोघांच्या उदासीनी-करणास लागणाऱ्या अम्लाची राशि आणि खर्च दाखविला आहे. को. १४–१२ त ९ एप्रिलला घेतलेल्या नमुन्यातील pH आणि ११.३ पर्यंत pH खाली आणण्यास लागणारी अम्लाची राशि दिली आहे.

pH. २४ तासांच्या संपूर्ण कालात गिरणीतील अपशिष्टाचा pH ११–५ व ११–७ च्या दरम्यान जवळजवळ स्थिर राहिला. अन्य ग्राह नमुन्यांत (grab samples) (को. १४–१२)

त्याची व्याप्ति १०–७ व ११–९ च्या दरम्यान काहीशी अधिक दिसून आली. शहरी वाहितमलाचा सामान्य गुणधर्म दाखविणारा pH ६.६ पासून ७·० पर्यंत बदलता होता आणि त्यावरून त्याची अवस्था "ताजी" असल्याचे निदर्शनास आले. योग्य आयतनमितीय (volumetric) समानुपातित (proportioned) असलेल्या दोन्ही अपशिष्टांच्या मिश्रणात अजूनही pH अंदाजी ११.५ इतका उच्च मिळू शकत होता, म्हणून प्रभावी जैवी उपचारणास मदत होण्याकरता एकूण pH कमी करण्याची आवश्यकता भासली.

कोष्टक १४–९.

२३ जानेवारीला गोळा केलेल्या गिरणीतील अपशिष्टांची आणि घरगुती वाहितमलाची स्वास्थ्यविषयक वैशिष्टये.

विश्लेषण	संमिश्र नमुना					
	गिरणी, पहिले ६ तास	गिरणी, दुसरे ६ तास	गिरणी, तिसरे ६ तास	गिरणी, चौथे ६ तास	शहर, पहिले १२ तास	शहर, दुसरे १२ तास
pH	११.५	११.६	११.६	११.६	६.९	७.०
रंग, ppm	३२०	९६०	३२०	१२८०	१६०	१२०
क्षारता, $CaCo_3$, ppm	९६५	१५०८	१३३८	१५५५	२१३	२००
अम्लता, $CaCo_3$, ppm	०	०	०	०	४६	४०
एकूण घनपदार्थ, ppm	२०१४	२७१४	२२९८	२९८६	७८०	७२४
एकूण सेंद्रिय घनपदार्थ, ppm	६९२	९००	७७६	१०००	४९०	४६०
एकूण राख, घन, ppm	१३२२	१८१४	१५२२	१९८६	२९०	२६४
तरंगते घनपदार्थ, ppm	१८५	१०५	११२	१२४	२६४	२४८
तरंगते सेंद्रिय घनपदार्थ, ppm	१७०	१०५		९६	१५२	१०४
तरंगती घन राख, ppm	१५	०		२८	११२	१८०
विलीन घनपदार्थ, ppm	१८२९	२६०९	२१८६	२८६२	५१६	४४०
विलीन सेंद्रिय घनपदार्थ, ppm	५२२	७९५		९०४	३३८	३५६
विलीन घन राख, ppm	१३०७	१८१४		१९५८	१७८	८४
BOD ५ दिवस, २०^{oc} ppm	३१·	१९१	१६६	२४९	४७४	४३७

क्षारता– शहरातील वाहितमलापेक्षा गिरणीतील अपशिष्टाची क्षारता ५ ते ८ पट असते, आणि गिरणीतील राशि शहरातल्या राशीपेक्षा ४ पट असल्याने शहरातील वाहितमलाच्या क्षारतेचा एकूण क्षारतेवर फारच थोडा परिणाम होतो.व ाहितमलात पुनः एकदा शुद्ध घरगुती वैशिष्ठ्ये दिसून आली. त्यातील क्षारता २०० ते ४०० ppm होती. गिरणीतील अपशिष्टात ती ९६५ ते १९५५ ppm असल्याचे दिसले. म्हणून मिश्रणाचे जैवी क्रियेने उपचारण करण्याकरता (त्यातील) हायड्रॉक्साइड क्ष रतेचे बरेच अपचयन करावे लागले.

एकूण घनपदार्थ– शहरातील वाहितमलापेक्षा गिरणीतील अपशिष्टात तीन ते चारपट अधिक घनपदार्थ होते. गिरणीतले (अपशिष्टातील) घनपदार्थ २००० त ३००० ppm इतके भिन्न होते, पण वाहितमलातील घनपदार्थातील विचरण ७०० ते १००० ppm होते. शहरी वाहितमलात घनपदार्थांतील सेंद्रिय अंश अदमासे ६० ते ७० प्रतिशत् होता तर गिरणीतील अपशिष्टात तो सुमारे ३० टक्केच होता, हे अर्थपूर्ण वाटते; गिरणीतल्या अपशिष्टातील ७० टक्के घनपदार्थ अकार्बनिक होते.

कोष्टक १४–१०.

४ फेब्रुवारीला गोळा केलेल्या गिरणीतल्या अपशिष्टाचे घनपदार्थ आणि BOD संबंधी विश्लेषण–

विश्लेषण	संमिश्र नमुना			
	गिरणी, पहिले ६ तास	गिरणी, दुसरे ६ तास	गिरणी, तिसरे ६ तास	गिरणी, चौथे ६ तास
एकूण घनपदार्थ, ppm	२१७८	२५३२	२५९०	२२७४
एकूण सेंद्रिय घनपदार्थ, ppm	७९४	९९२	८०८	८२२
एकूण राख, ppm	१३८४	१५४०	१७८२	१४५२
तरंगते घनपदार्थ, ppm	१६४	१२०	१७६	११२
तरंगते सेंद्रिय घनपदार्थ, ppm	४८	५६	४४	३२
तरंगती घन राख, ppm	११६	६४	१३२	८०
विलीन घनपदार्थ, ppm	२०१४	२४१२	२४१४	२१६२
विलीन सेंद्रिय घनपदार्थ, ppm	७४६	९३६	७६४	७९०
विलीन घन राख, ppm	१२६८	१४ ६	१६५०	१३७२
BOD, ५ दिवस, २०°c, ppm	२४६	२९७	१८५	१८२

कोष्टक १४–११.

२५ फेब्रुवारीला गोळा केलेल्या शहरातील वाहितमलाची स्वास्थ्यविषयक वैशिष्टचे–

विश्लेषण	२४ तासातील संमिश्र नमुना, संकेंद्रण
pH	६.६
क्षारता, ppm $Ca\ Co_3$	४१०
अम्लता, ppm $Ca\ Co_3$	७०
एकूण घनपदार्थ, ppm	९८२
एकूण सेंद्रिय घनपदार्थ, ppm	६९४
एकूण घन राख, ppm	२८८
तरंगते घनपदार्थ, ppm	३१८
तरंगते सेंद्रिय घनपदार्थ, ppm	२६६
तरंगती राख, ppm	५२
विलीन घनपदार्थ, ppm	६६४
विलीन सेंद्रिय घनपदार्थ, ppm	४२८
विलीन राख, ppm	२३६
BOD, ५ दिवस, २०^{o}C (६८^{o}F), ppm	३०४

कोष्टक १४–१२.

९ एप्रिलला गोळा केलेल्या ग्राह्‌ नमुन्यांच्या (grak samples) उदासीनीकरणाकरता लागणारे अम्ल; गिरणीतील अवशिष्ट व शहरातील वाहितमल एकत्र केला होता.

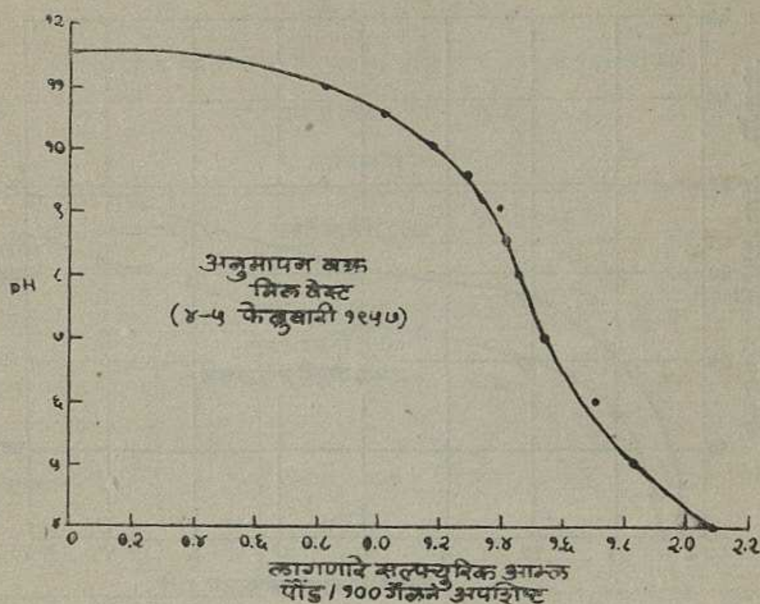
नमुना नंबर	प्रारंभिक pH, गिरणीतील अपशिष्ट	जेव्हा २० प्रतिशत् वाहितमल मिसळला तेव्हाचा pH	११.३ इतका pH खाली आणण्याकरता लागणारे अम्म, * पौंड H_2SO_4/गॅलन मिश्र अपशिष्ट
१	११.९	११.९	०.००४१२
२	११.८५	११.८	०.००१५५
३	११.७५	११.७	०.००६१०
४	११.८	११.८	०.००१०३
५	११.७	११.६५	०.००३११
६	११.८	११.८	०.००१६९
७	११.६५	११.६५	०.००३८३
८	११.८	११.८	०.००३४६
९	११.७	११.७	०.००११०
१०	११.८५	११.६	०.००
११	११.६	११.३	०.००
१२	१०.७	१०.४	०.००

* लागणारे सरासरी अम्ल = ०.००२३६ पौंड/गॅलन.

लागणारे एकूण अम्ल = ०.००२३६×२.५ द. ल. गॅ. = ५९०० पौंड/दिवस

दर पौंडास ०.००९ डॉलरप्रमाणे अम्लाची किंमत = ५९००×०.००९

= $ ५३.१०/दिवस



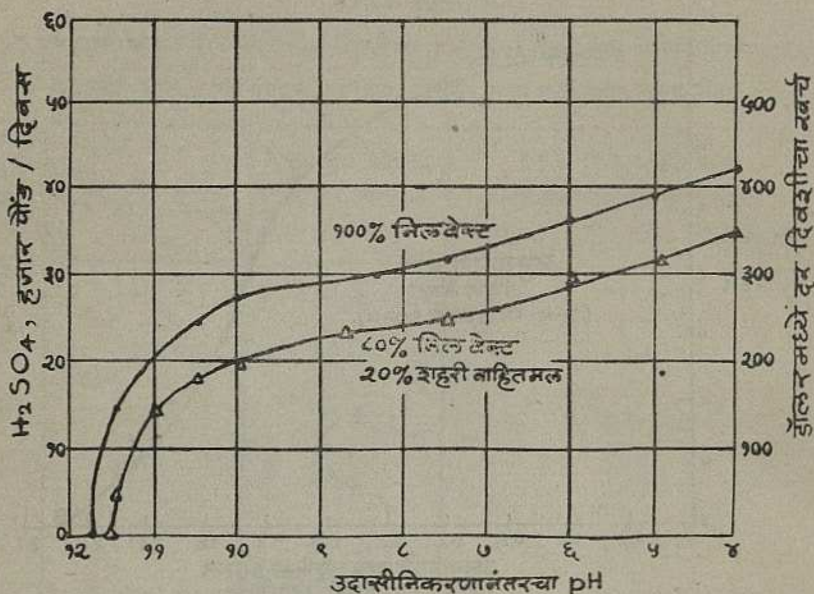
आकृति १४-५. गिरणीतील अपशिष्टाच्या उदासीनीकरणाकरता लागणारे अम्ल

कोष्टक १४-१३.

गिरणीतील अपशिष्ट व शहरातील वाहितमल यांचे सरासरी भार.

	राशि, द.ल.गॅलन	BOD, पौंड/दिवस	तरंगते घनपदार्थ पौंड/दिवस	एकूण घनपदार्थ, पौंड/दिवस
गिरणी	१.९७५	३७४५	२२७०	४०१२५*
शहर	.५०२	१५७५	१२४३	३६५०
एकूण	२.४७७	५३२०	३५१३	४३७७५

* प्राधान्यतः दाहक सोडा.



आकृति १४–६. गिरणीतील अपशिष्ट आणि संमिश्र अपशिष्ट यांच्या अम्लीय गरजांची तुलना दर्शविणारे H_2SO_4 ने केलेले अपशिष्टांचे उदासीनीकरण. (२/२५/५७ ला अपशिष्ट गोळा केले.)

तरंगते घनपदार्थ– गिरणीतील अपशिष्टातील तरंगते द्रव्य शहरातील वाहितमलातल्यापेक्षा सुमारे निम्मेच होते. त्याची व्याप्ती १०० ते २०० ppm होती. पण वाहितमलात ते २५० पासून ३५० ppm पर्यंत होते. म्हणून वाहितमल आणि औद्योगिक अपशिष्टाच्या मिश्रणातील तरंगत्या घनपदार्थांचे एकूण संकेंद्रण निव्वळ घरगुती वाहितमलातल्यापेक्षा कमी राहील.

जीवरसायनी ऑक्सीजनची मागणी (biochemical oxigen demand) गिरणीतील अपशिष्टातील BOD शहरी वाहितमलातल्यापेक्षा किंचित कमी होता. तो १६६ ते ३१० ppm इतका होता, आणि वाहितमलात तो ३०४ ते ४७४ ppm होता. पण सर्व व्यावहारिक कार्यात या चाचणीची मूल्ये बदलू शकत असल्याने, शहरी व औद्योगिक अशा दोन्ही अपशिष्टांच्या BOD ची मूल्ये एकसारखी आहेत असे मानण्यास हरकत नाही.

कोष्टक १४–१४.

गिरणींतील अपशिष्ट व शहरातील वाहितमल, यांच्या मिश्रणांच्या

रासायनिक किलाटनाचे निष्कर्ष

(संमिश्र नमुने)

प्रदूषणकारक गुणधर्म	उपचारणापूर्वी		उपचारणानंतर					
	* ppm	† ppm	* ppm	% लघुकरण	‡ ppm	§ ppm	** ppm	% लघुकरण (सरासरी)
रंग, ppm	३२०	९५०	२०	९३.७	८०	६०	७०	९२.७
तरंगते घन-पदार्थ, ppm	१४३	१०७	२८	८०.५	३२	३२	२८	७२
BOD, ppm	२२८	९९	११७	४९	१६	१२	१२	८६

* ४ फेब्रुवारी १९५७ चे अपशिष्ट (pH चे खास समायोजन केले नव्हते).

† २५ फेब्रुवारी १९५७ चे अपशिष्ट.

‡ ११.३ पर्यंत प्रारंभिक pH खाली आणला.

§ १०.६ पर्यंत प्रारंभिक pH खाली आणला.

** १०.० पर्यंत प्रारंभिक pH खाली आणला.

उदासीनीकरण– अनुमापन वक्रांवरून (आ १४–५ व १४–६) गिरणीतील अपशिष्टाचे स्वरूप उच्च प्रमाणात क्षारीय असल्याचे दिसून येते. उदा. २५ फेब्रुवारीला गोळा केलेली अपशिष्टे नमुनेदार (norms) आहेत असे धरल्यास, गिरणीतील अपशिष्टाचा pH, ११.० पर्यंत खाली आणण्यासाठी सुमारे २०००० पौंड सल्फ्युरिक अम्ल लागेल. गिरणीतील अपशिष्टात शहरीवाहितमल मिसळल्यास अम्लाची रोजची लागणारी राशि १५००० पौंडाइतकी कमी करता येईल. आ. १४–६ मधील अनुमापन वक्राच्या आधारावर ह्या प्रक्रियेस दररोज सुमारे १५० डॉलर खर्च येईल. अन्य नमुन्यांचे आणखी अनुमापन केल्यानंतर असे दिसून आले कीं, pH १० व ११ च्या दरम्यान येईल असे उदासीनीकरण करण्यास दररोज सुमारे ५०

ते १०० डॉलर खर्च येईल. आ. १४–५ मधील अनुमापन वक्रावर हा (खर्च) आधारित केला आहे. तो टाळता यावा म्हणून गिरणीच्या बाहेर अपशिष्ट सोडण्यापूर्वी दाहकांच्या पुनःप्रापणावर सखोल विचार केला पाहिजे हे उघड आहे. को. १४–१३ त गिरणीतील अपशिष्ट आणि शहरातील वाहितमल यांच्या संयुक्त भारणांचा सारांश दिला आहे.

१४–६. अपशिष्टांवरील प्रायोगिक उपचार–

४ व २५ फेब्रुवारीला गोळा केलेल्या संमिश्र अपशिष्टावर खालील प्रमाणे उपचार करण्यात आले : (१) संमिश्रित अपशिष्ट–नमुन्यातून ८० टक्के गिरणीतील अपशिष्ट व २० टक्के शहरातील वाहितमलाचे मिश्रण करण्यात आले; (२) सल्फ्युरिक अम्ल घालून pH, ११.३, १०.६ व १०.० पर्यंत खाली आणला; (३) किलाटनाला अनुकूलतम परिस्थिती निर्माण होण्यासाठी ८० ppm चुना व १४ ppm फेरिक क्लोराइड मिसळले; आणि (४) परिणामी मिश्रणांचे ३० सेकंद दमक मिश्रण (flash mix) केले, त्याचे ३० मिनिटे किलाटन केले, आणि एक तास अवस्थापन केले.

कोष्टक १४–१५.

९ एप्रिलला गोळा केलेल्या ग्राह नमुन्यांतील तरंगत्या घनपदार्थांचे अपचयन (reduction); गिरणीतील अपशिष्ट व शहरातील वाहितमल एकत्रित.

नमुना नंबर	अनुपचारित मिश्रणातील तरंगते घनपदार्थ, ppm	किलाटनित व अवस्थापित निःस्त्रावातील तरंगते घनपदार्थ	
		ppm	% अपचयन
१	८००	७६	८८
२	९२	४०	५७
३	८३६	२२	९७
४	६८	२०	७१
५	८८	३६	५९
६	२००	२४	८८
सरासरी	—	—	७७

कोष्टक १४–१६.

९ एप्रिलला गोळा केलेल्या ग्राह्य नमुन्यातील रंगाचे अपचयन; गिरणीतील अपशिष्ट व शहरातील वाहितमल एकत्रित. *

नमुना नंबर	अनुपचारित मिश्रण रंग, ppm	किलाटनित अवस्थापित निःस्त्राव, रंग †	
		ppm	% अपचयन
१	३२०	१२०	६२.५
२	१६०	८०	५०
३	२४०	८०	६७
४	६४०	३२०	५०
५	१२८०	२४०	८१
६	१२८०	१६०	८८
७	३२०	१६०	५०
८‡	१६०	१६०	०
९	२४०	१२०	५०
१०	१६०	८०	५०
११	६४०	२००	६९
१२	३२०	८०	७५
सरासरी	—	—	६८

* मानक हेलिज जलचांचणीकारकात, मानक रंग चक्र वापरून, तनुकरण पद्धतीने रंगनिर्धारण केले.

† ११.४ पर्यंत pH कमी करून आणि नंतर ८० ppm $Ca(OH)_2$ व १४ ppm $Fe Cl_3$ मिसळून सर्व नमुन्यांचे उपचारण केले.

‡ सरासरीतून वगळा.

रंगाच्या तरंगत्या घनपदार्थाच्या, व BOD च्या ह्या उपचारांनी केलेल्या निष्कासनाचा सारांश को. १४–१४ त दिला आहे.

गिरणीतील अपशिष्ट व शहरातील वाहितमल, यांचे ग्राह्य नमुने ९ एप्रिल १९५७ ला दर अर्ध्या तासाने गोळा केले, व प्रत्येक बाजूचा नमुना दुसऱ्या बाजूच्या नमुन्यात ८० टक्के गिरणीतील अपशिष्ट व २० टक्के शहरातील अवमल या प्रमाणात मिसळण्यात आला.

कोष्टक –१४–१७.

१० एप्रिलला गोळा केलेल्या ग्राह नमुन्यांतील BOD चे अपचयन; गिरणीतील अपशिष्ट व शहरातील वाहितमल एकत्रित.

नमुना नंबर	अनुपचारित अपशिष्ट मिश्रणातील BOD, ppm	किलाटनित व अवस्थापित निःस्त्राव		खांजणीकरण केल्यानंतरचा निःस्त्राव †	
		* BOD, ppm	% अपचयन	BOD, ppm	% अपचयन
१	३९१	२१४	४५.३	३१५	
२	२७९	१३९	५०.१	१०५	६२.४
३	४९०	३१८	३५.२	३०७	३७.४
४	२१६	११९	४५.०	९०	५८.४
५	२३३	१६३	३०.१	१४२	३९.१
६	२७२	१३२	५१.५	८०	७०.६
सरासरी			४३		५४
७‡	२९०			३५२	

* प्रत्येक ग्राह-नमुना मिश्रणांतील pH ११.३ इतका खाली केला आणि नंतर ८० ppm चुना व १४ ppm फेरिक क्लोराइडचा त्यावर उपचार केला.

† प्रत्येक किलाटनित निःस्त्रावाचे तीन दिवस पर्यंत बाहेरील उथळ द्रोण्यांत खांजणीकरण केले; वस्त्रनिर्मिती अपशिष्टांतील काही रंगाचे सूर्यप्रकाशामुळे पुष्कळवेळा विरंजन होते. (bleached)

‡ औद्योगिक अपशिष्ट आणि वाहितमलाचा संमिश्र नमुना ५ दिवस पर्यंत प्रत्यक्ष खांजणात साठविला; प्रारंभिक pH ११.४ होता व अंतिम pH ९.३ होता.

कोष्टक १४–१८

१९ एप्रिलला गोळा केलेल्या गिरणीतील अपशिष्ट व शहरातील वाहितमलावर प्रयोगशाळेत उपचारण केलेल्या अवमलाचे विश्लेषण. *

घटक	टक्केवारी
नायट्रोजन	०.२
P_2O_5	१.२७
K_2O	०.०५
CaO	४९.१८
MgO	२.८२

* $CaCo_3$ च्या तुलनेने एकूण उदासीनीकरण – मूल्य ७६% आहे.

ह्या मिश्रणांतील प्रत्येक पूर्वीच्या नमुनापद्धतीने, उपचारणित केले. मात्र ११.३ पर्यंतच pH खाली आणला. को.१४–१५ त तरंगत्या घनपदार्थांच्या अपचयनांचा सारांश दिला आहे. को. १४–१६ त रंग-निष्कासन दाखविले आहे.

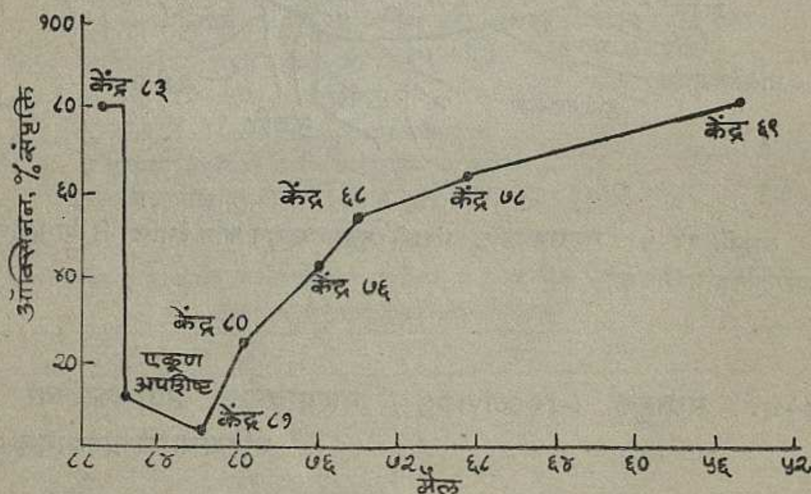
१९ एप्रिल १९५७ ला वाहितमलाचे व गिरणीतील अपशिष्टाचे आणखी नमुने गोळा करण्यात आले, आणि पूर्वी प्रमाणेच मिश्रण करून त्यांच्यावर उपचार करण्यात आले. मात्र (त्यांतील) रासायनिक क्रियेने अवस्थापन केलेला मलनिःस्त्राव खांजणांत साठविण्यात आला. या उपचारांमुळे झालेली BOD ची अपचयने को. १४–१७ त सादर केली आहेत. ह्या नमुन्यांतून तयार झालेला रासायनिक अवमल सुका करण्यात आला आणि मृदासंयोज्य (soil additive) म्हणून मूल्य निर्धारण करण्याच्या उद्देशाने विश्लेषित करण्यात आला. को. १४–१८ त मृदाविश्लेषणे सादर केली आहेत.

आकृति १४–७. शहराजवळील संग्राही नाला म्हणून काम देणाऱ्या R या नदीचा व तिच्या उपनद्यांचा नकाशा–

१४–७. संग्राहक (receiving) नाल्यावरील अपशिष्टांच्या परिणामांचे प्रस्थापन–

१९५२ मधील उन्हाळ्यात व हिवाळ्यात राज्य प्रदूषण नियंत्रण समितीने नदीखोऱ्याचे प्रकृष्ट (intensive) सर्वेक्षण केले. त्यांनी प्रकाशित केलेल्या निष्कर्षांपैकी शहरानजीकच्या

मुख्य संग्राहक नदीच्या संबंधीचा एक भाग को. १४–१९ मध्ये उद्धृत केला आहे. शहरानजीकच्या नदीच्या उपनद्यांचा आयोजन आरेखही आ. १४.७ मध्ये सादर केला आहे. केंद्रांना क्रमांक दिले आहेत आणि प्रत्येक केंद्राची परिस्थिती कोष्टक १४–१९ मध्ये दाखविली आहे. (R) नदीच्या D या शाखेशी झालेल्या संगमापासून नदी व खाडीच्या संगमापर्यंत D वर्गीकरण अस्तित्वात आहे. संबंधित असे हे उच्चतम वर्गीकरण असल्याने, को. १४–२० मध्ये सादर केलेल्या प्रस्थापित कसोट्या महत्वाच्या आहेत. शहराजवळच्या नदीचे विलीन ऑक्सिजन अवनमन (sag) वक्र आकृति १४–८ मध्ये आरेखित केले आहे. तसेच D वर्गीकरण टिकून राहावे म्हणून ८२ व्या केंद्राजवळ किती भार प्रस्तावित करता येईल हे दाखविण्याकरता तपशीलवार गणने करण्यात आली; ही गणने अनु. १४–९ मध्ये सादर केली आहेत. शहर व गिरणीमुळे नदीत निर्माण झालेल्या प्रदूषण-भाराचे निर्धारण १९५२ मध्ये राज्य प्रदूषण नियंत्रण समितीने केले होते व त्याचे निष्कर्ष कोष्टक १४-२१ मध्ये दिले आहेत.



आकृति १४–८. शहराजवळच्या नदीची विलीन–ऑक्सिजन रूपरेखा–

कोष्टक १४-१९

शहरानजीकच्या नदीचे १९५२ मध्ये सर्वेक्षण केल्यानंतर राज्य प्रदूषण नियंत्रण समितीने काढलेले निष्कर्ष–

केंद्र क्रमांक	मैल क्रमांक	सरासरी प्रस्राव द. से. स. घ. फूट	तपमान °C	pH	$CaCo_3$ ppm, च्या स्वरुपात क्षारता	तरंगते घनपदार्थ ppm	एकूण घनपदार्थ ppm	विलीन ऑक्सिजन ppm	BOD, २५°C (६८°F) % संपृक्तता	BOD, २५°C (६८°F) पौंड/दिवस	कॉलीफॉर्म लॉग सरासरी MPN* १०० ml
८२	१.०	४.३	२१	५.९–७.४	१४१	१०२	६८२	०	०	३६४८	७७१००००
८१	८२	७.१	१८	६.४–७.२	१४३	५२	४८७	०.२७	२.७	२३६४	६९१००००
८०	८०	१४	१९	६.६–७.३	११३	४४	२८७	२.२९	२४.८	२०४७	२२३००००
७६	७६.२	१६	१८	७.०–८.४	१०३	३०	२७७	४.१३	४३.१	७६५	६७२०००
६८	७४.२	२५	१६	७.३–७.६	९३	२४	२४५	५.४१	५५.६	८१४	२३००००
७८	६८.९	२१.४	१६	७.२–७.५	८९	१८	२१६	६.३६	६४.६	४९३	११६०००
६९	५५.६	५५	१९	७.२–७.९	६२	१३	१४१	७.८५	८२.८	९३३	६५७५

* संभाव्यतम संख्या (MPN)

कोष्टक १४–२०.

D वर्गीकरणाकरता राज्य प्रदूषण नियंत्रण समितीची मानके

सामान्य उत्तम वापर	शेतकी, यात सिंचाई आणि जनावरांना पाणी पाजण्याचा समावेश आहे; औद्योगिक शीतन व प्रक्रियाजल पुरवठा; माशांचे अतिजीवन (survival).
तरंगणारे घनपदार्थ, अवस्थापनशील घनपदार्थ, अवमल निक्षेप	संग्राहक पाण्यात अपचयन व मिश्रण होण्यास योग्य संधी मिळाल्यानंतर, ज्यांच्यामुळे शेतकी, औद्योगिक शीतन प्रक्रिया, आणि माशांच्या अतिजीवनास लागणारे पाणी निरुपयोगी होणार नाही अशी वाहितमल, औद्योगिक अपशिष्टे, इतर अपशिष्टास कारणीभूत होणाऱ्याच फक्त राशी.
pH	त्या क्षेत्रातील पाण्याकरता pH सामान्य असला पाहिजे; सामान्यतः तो ६.० व ८.५ च्या दरम्यान असला पाहिजे, मात्र दलदल असलेल्या पाण्यात तो ४.३ इतका कमी असू शकतो.
विलीन ऑक्सिजन	३.० ppm पेक्षा तो कमी नसावा.
विषाक्त अपशिष्टे, तेले, हानिकारक पदार्थ, रंगित अगर अन्य अपशिष्टे, अथवा तापविलेले द्रव	शेतकी, औद्योगिक शीतन कार्य, आणि माशांच्या अतिजीवनास पाणी निरुपयोगी करणार नाहीत अशा वाहितमल, औद्योगिक अपशिष्ट, आणि अन्य अपशिष्टांस कारणीभूत होणाऱ्या राशीच फक्त –आणि फक्त अशीच तपमाने.

१४–८. विद्यमान आणि अनुज्ञेय प्रस्तावांचे गणन–

राज्य जल प्रदूषण नियंत्रण समितीने १९५२ मध्ये केलेल्या सर्वेक्षणामधील शहराच्या खालच्या बाजूच्या नदीतील प्रवाहाच्या अवस्थांवर पुढील गणने आधारित केली आहेत. त्या समितीने प्रकाशित केलेल्या अहवालावरून मूलभूत माहिती घेतली आहे. अक्षरांच्या मूल्यांच्या खुलाशाकरता ४ थ्या प्रकरणातील अनुच्छेद ४–१ मधील समीकरणे पहावीत.

रोजचा BOD पौंडात मिळण्याकरता खालीलप्रमाणे सुरवात करू या :

L_{83} = १०.३ पौंड, २०^{oc} तपमान

L_{82} = ३६२२ पौंड, (तपमान सुधारणा)

एकूण = ३६३२.३ पौंड, (संगमाच्यावर L एक मैल);

L संगम = ३६३२ − ०.२० × $\frac{१}{२४}$ × ३६३२ = ३६३२ − ३० = ३६०२ पौंड,

L_{81} = २२३० पौंड,

म्हणून नदींच्या या पल्ल्यातील सरासरी अंतिम BOD

$$\bar{L} = \frac{३६३२ + २२३०}{२} = २९३१ \text{ पौंड.}$$

दर दिवसाचे नाल्यातील विऑक्सीकरण प्रमाण (K_1) आणि पुनर्वातन प्रमाण (K_2) खालीलप्रमाणे असतात :

$$K_1 = \frac{१}{\Delta t} \log \frac{३६०२}{२२३०} = \frac{१}{०.१३} \log १.६१५ = ७.६९ \; (०.२०९)$$

= २०^{oc} तपमानात १.६१, आणि

$$K_2 = K_1 \frac{\bar{L}}{\bar{D}} = -\frac{\Delta D}{२.३ t \bar{D}}.$$

विलीन ऑक्सिजनचा अंश मिळण्याकरता, खालीलप्रमाणे गणन करूया :

DO संगम = DO $_{88}$ + DO$_{82}$ = ४० + D = ४० पौंड.
वि. आ. वि. ऑ. वि. ऑ.

जर २०^{oc} तपमानात ऑक्सिजनच्या सपृक्तीतील त्रुटी

= ९.२ × ८.३४ × ५.३ × .६४६ = २६३ पौंड असेल तर

D संगम = २६३−४० = २२३ पौंड,

D_{81} = ९.२ × ५.४ × ७.१ = ३५३ पौंड, आणि नाल्याच्या ह्या पल्ल्यातील

सरासरी ऑक्सिजनची त्रुटी $\bar{D} = \frac{२२३ + ३५३}{२} = २८८$ पौंड.

म्हणून $\triangle D = ३५३ - २२३ = १३०$ पौंड.

वरील सूत्र वापरून, आपल्याला आता नाल्याच्या पुनर्वातनाचा वेग खालीलप्रमाणे काढता येईल :

$$K_2 = १.६१ \times \frac{२९३१}{२८८} - \frac{१३०}{२.३ \times ०.१३ \times २८८}$$

$$= २०^{oc} \text{ तपमानात } १४.८४.$$

दीर्घसूत्राने तपासणी करून, आपल्याला

$$D_{81} = \frac{K_1}{K_2 - K_1} L \text{ संगम} \left(१०^{-K_1 t} - १०^{-K_2 t} \right) + D \text{ संगम} \times १०^{-K_2 t}$$

$$D_{81} = \frac{१.६१ \times ३६००}{१४.८४ - १.६१} \left(१०^{-१.६१ \times ०.१३} - १०^{-१४.८४ \times ०.१३} \right) +$$

$$३५३ \times १०^{-१४.८४ \times ०.१३}$$

$D_{81} = २७१$ पौंड, मिळतो

$D_{81} = ३५३$ पौंड असल्याने, ३५३ पौंड त्रुटी मिळण्याकरता लागणाऱ्या राशी इतका K_2 कमी करण्याचे खालीलप्रमाणे ठरविण्यात आले :

$$D_{81} = \frac{१.६१ \times ३६००}{K_2 - K_1} (०.६१८)$$

$$D_{81} = ३५३ = \frac{१.६१ \times ३६००}{X} (०.६१८), \text{ जेथे } X = K_2 - K_1$$

X करता (समीकरण) सोडवून, आपणास

$X = १०.१$ मिळतो.

म्हणून, $K_2 = X + K_1 = १०.१ + १.६१ = २०^{oc}$ तपमानात ११.७१.

नदीत विलीन ऑक्सिजनची किमान त्रुटी ३ ppm राहण्याकरता शहरापाशी अनुज्ञेय **BOD (L)** चे गणन खालीलप्रमाणे करावे :
सामान्य समीकरण :

$$\log L_A = \log D_B + \left(१ + \frac{K_1}{K_2 - K_1}\left(१ - \frac{D_A}{D_B}\right)^{०.४१८} \right) \log \frac{K_2}{K_1} \cdot$$

आपल्या प्रमेयाला हे समीकरण लागू करून आणि j संगम दाखविती असे धरून आपणास,

$$\log L j = \log D_{81} + \left(१ + \frac{K_1}{K_2 - K_1}\left(१ - \frac{D j}{D_{81}}\right)^{०.४१८} \right) \log \frac{K_2}{K_1},$$

$$\log L j = \log ५.३८ \times ५.४ \times ३.६$$

$$+ \left(१ + \frac{२.०३}{१२.७ - २.०३}\left(१ - \frac{८.१६ \times ५.४ \times ५.३ \times ३.६/७.१}{८.४ \times ५.४ \times ३.६}\right)^{०.४१८} \right) \log \frac{१२.७}{२.०३},$$

हे २५ ^{o}C तपमान असताना, आणि केंद्र ८१ जवळ द. से. स. ३.६* घ. फूट असताना ही असते.

विऑक्सिकरण आणि पुनर्वातन वेग २५ ^{o}C तपमानात प्राप्त करण्याकरता :

K_2 = १.०८२** × ११.७१ = १२.७

K_1 = १.२६** × १६१ = २.०३.

नंतर संगमाजवळ २५ ^{o}C तपमानातील अंतिम BOD प्राप्त करण्याकरता

$\log L j$ = २.०२ + (१ + ०.११०३) ०.७९८ = २.०२ + ०.८९८ = २.९१८,

म्हणून $L j$ = ८२५ पौंड; व २५ ^{o}C त तो अनुज्ञेय BOD असतो.

१९५२ मधील सर्वेक्षणात २० ^{o}C तपमान असताना संगमाजवळ अंतिम BOD, ३६०२ पौंड होता, म्हणून २५ ^{o}C तपमानाकरता $L j$ = ३६०२ × १.१०** = ३९६० पौंड,

= २५ ^{o}C तपमानातील $L j$

---

* बऱ्याच अभ्यासानंतर युनायटेड स्टेट्स भूविज्ञान सर्वेक्षण संस्थेने पुरविलेला द. से. स ३.६ घ. फू. हा आकडा, १० वर्षांतून एकदा घडून येणारा ७ दिवसाचा किमान प्रवाह दाखविती.

** परिवर्तन गुणांक.

कोष्टक १४–२१.

१९५२* मधील शहर आणि गिरणीतील अंदाजित प्रदूषण.

स्थान	लोकसंख्या १९५०	सेवा मिळालेली अंदाजित लोकसंख्या	अपशिष्टाचा प्रकार	अंदाजित अपशिष्ट द. दि. द. ल. गॅ.	उपचारणाचा प्रकार	उपचारणा-पूर्वी समतुल्य लोकसंख्या	संग्राहक नाला
शहर	७१२१	५०००	घरगुती वाहितमल	०.५०	प्राथमिक	५०००	नदी
			औद्योगिक अपशिष्ट	०.५०	औद्योगिक अपशिष्ट व वाहितमलावर एकाच संयंत्रात उपचार केले	१९०००	नदी
					एकूण अंदाजित समतुल्य लोकसंख्या	२४६००	

* राज्य नदी अहवालावरून.

co
आता २५ तपमानात ३.० ppm वि. ऑ. चे D हे नाला वर्गीकरण आणि द. से. स ३.६ घ. फूट प्रवाह टिकविण्याकरता कराव्या लागणाऱ्या BOD तील घटीचे गणन खालीलप्रमाणे करावे :

$$\frac{Lj - \text{अनुज्ञेय } Lj}{Lj} = \text{लागणारी \% BOD घट}$$

$$= \frac{३९६०-८२५}{३९६०} \times १०० = ७९.१ \text{ प्रतिशत् लागणारी घट.}$$

१४-९. नाल्याच्या विश्लेषणावर आधारित केलेल्या शिफारशी-

आता आपण उपायांसंबंधी विचार करूया : तपशीलवार केलेल्या विश्लेषणांवरून आपणास असे दिसून आले कीं, २५°C तपमानात D- वर्गीकरणाकरता नदीची अवस्था उपयुक्त राहण्यासाठी आणि १० वर्षातून संभाव्यत: एकदा घडून येणाऱ्या ७ दिवसांच्या किमान प्रवाहाकरता, BOD चे ७९.१ टक्के निष्कासन करण्याची जरुरी आहे. प्राथमिक अथवा माध्यमिक उपचार करून ७९.१ प्रतिशत् अपचयन होऊ शकले नसते हे उघड आहे. दुय्यम उपचारणाची जरुरी होती, कारण संग्राहक नाल्याच्या विश्लेषणाच्या मूल्यांकनानंतर जर आपणास असे आढळून आले की ५० टक्क्यापेक्षा BOD चे अधिक अपचयन करणे जरूर आहे, तर सामान्य अवस्थापन आणि/अथवा रासायनिक किलाटन या उपचारांच्या अतिरिक्त जैवी उपचार केले पाहिजेत.

म्हणून रासायनिक किलाटन करण्याच्या अगोदर अथवा नंतर कोणच्यातरी स्वरूपात जैवी उपचारण करावे लागेल. लेखकाचे असे मत आहे कीं, जर रासायनिक किलाटनाच्या आधी जैवी उपचारण केले तर नि:स्त्रावाच्या दर्जावर अधिक चांगले नियंत्रण ठेवता येते. ह्या दोन्ही प्रमुख उपचारण संत्रांची एकत्रित कार्यक्षमता सुमारे ९० प्रतिशत् असणे शक्य आहे, मात्र ह्या दोन्हींच्या अगोदर पर्याप्त समानीकरण, अवस्थापन, आणि उदासीनीकरण केलेले असावे. ह्या कार्यक्षमतेमुळे संग्राहक नाल्याचे केवळ संरक्षण होते असे नसून त्यातून औद्योगिक पाणी पुरवठ्याकरता पुनरुपयोग करता येईल असा नि:स्त्रावही प्राप्त होतो.

म्हणून लेखकाने अशी शिफारस केली आहे कीं, जैवी निस्यंदनाबरोबरच रासायनिक किलाटन करावे म्हणजे (१) नि:स्त्राव औद्योगिक वापरास उपयुक्त होईल, आणि (२) ७९.१ प्रतिशत् BOD च्या अपचयनाबरोबरच रंगाचेही निष्कासन होईल.

संयुक्त अपशिष्टांची रंग आणि उच्च क्षारता, ही दोन प्रमुख वैशिष्ठ्ये असल्याने प्रदूषण नाहीसे करण्याकरता अनुकूलतम परिस्थिति निश्चित करता यावी म्हणून रासायनिक किलाटनाचा अभ्यास करण्यात आला. pH च्या क्षारतेच्या टप्प्यात चुना व फेरिक क्लोराइड अत्यंत परिणामकारक असल्याचे आढळून आले. अनेक प्रयोगानंतर, चुना व फेरिक क्लोराइडची किमान मात्रा (अनुक्रमे ८० ppm व १४ ppm) वापरून ३० ते ५० टक्क्यांपर्यंत BOD चे निष्कासन झाल्याचे आढळून आले. ह्या उपचारणाबरोबर केलेल्या अम्लीय उदासीनीकरणास दररोज $ ५३.१० खर्च येईल असा अंदाज करण्यात आला.

ह्या अपशिष्टांचे एकदा उदासीनीकरण केल्यानंतर BOD चांचणीत त्यांच्यात विषाक्तता प्रदर्शित झाली नसल्याने, प्रयोगशाळेत जैवी प्रयोग करण्यात आले नाहीत. पर्यावरण उपयुक्त असले की जैवी ऑक्सीकरण होईल असे गृहीत धरण्यात आले. प्रयोग शाळेत अथवा प्रायोगिक संयंत्रावर अभ्यास करून जैवी संचावरील निश्चित भारणांचे निर्धारण करावे.

१९५२ मधील सर्वेक्षणात नदीची वैशिष्ठ्ये जशी होती तशीच ती आजही आहेत अशा गृहीतकावर ह्या विश्लेषणातील आंकडे आधारित केले होते. १९५२ मध्ये भाकित केलेल्या (को. १४–२१) भारणांच्यापेक्षा त्यांच्यात काहीशी वाढ झाली आहे. पण विद्यमान (अनुपचारित) भार रोजच्या BOD च्या ५२३० पौंड अगर २५००० ते ३०००० लोकसंख्ये-बरोबर असल्याचे आढळून आल्याने, १९५२ मध्ये अंदाजित केलेल्या २४६०० लोकसंख्येपेक्षा (ही) वाढ फारशी जास्त नाही.

१४–१०. निस्तारण संयंत्रातील निःस्त्रावाच्या पुनरुपयोगाचे औद्योगिक प्रक्रिया-जलाकरता अन्वेषण–

देशातील विभिन्न भागांत तपशीलवार केलेल्या अभ्यासावरून असे दिसून आले कीं, उपलब्ध पुरवठ्यापेक्षा काही क्षेत्रात पाण्याची मागणी वाढत आहे. ह्या टंचाईने निर्माण केलेल्या आव्हानाला उत्तर म्हणून अनेक उद्योग संयंत्रात शीतन व अन्य कामातील अपशिष्ट–जलाच्या उद्धरणाचे (reclamation) मूल्य यशस्वीपणे दाखवून दिले आहे.

पाणी ही इतकी मौल्यवान वस्तु आहे कीं, आपल्या प्रकरण वृत्तातील (case history) शहर आणि उद्योगाला सल्ला देताना, लेखकाने शहरातील विल्हेवाटीच्या संयंत्रातील निःस्त्रावाचा उद्योगांनी पुनरुपयोग करावा असे आग्रहपूर्वक सांगितले. ह्या प्रथेमुळे पाण्याच्या स्थिर, स्वस्त आणि स्वच्छ साधनाची तरतूद होते. सध्या शहरात उपचारण केलेले पाणी गिरणीत दर हजार गॅलनला $ ०१५ अथवा दर द. ल. गॅलनला $ १५० या दराने विकत घेण्यात येते. ही किंमत, स्वीकार्य अशा वाहितमलाच्या अपशिष्ट–निःस्त्रावाने उत्पादनास येणाऱ्या अपेक्षित (anticipated) खर्चापेक्षा सुमारे दसपट आहे

मर्झ (७) च्या मते, वाहितमल उपचारण खर्च खांजणाकरता द. द. ल. गॅ. ला $ १.०० पासून उत्प्रेरित अवमल संयंत्रासाठी (उपचारणाकरता) द. द. ल. गॅ ला $ ६० च्या व्याप्तीत असतो. जेथे असे अनुपचारित पाणी उपलब्ध असते तेथे नदीच्या पाण्यातून उपचारित प्रक्रियाजल, उत्पादन करण्यास खर्च सामान्यतः द. द. ल गॅ ला $ ५० ते ६० येतो. म्हणून जेव्हा अनुपचारित जलपुरवठा उपलब्ध असतो तेव्हासुद्धा वाहितमल–अपशिष्ट–निःस्त्रावाचा पुनरुपयोग करून पैशात थोडीतरी बचत करता येईल हे अगदी स्पष्ट आहे.

दक्षिण कॅलिफोर्निया विश्वविद्यालयातील प्रा आर. सी. मर्झने ह्या विषयावरील साहित्याचे प्रकृष्ट सर्वेक्षण केले, संपूर्ण दक्षिण-पश्चिम भागातील अनेक अपशिष्ट–जलांच्या पुनःप्रापण प्रकल्पांचे स्वतः परीक्षण केले, आणि त्यांचे परिचालन करणाऱ्या कर्मचाऱ्यांच्यासमवेत चर्चा केली. त्याच्या अहवालात २२७ संदर्भ ग्रंथ आहेत; त्या अहवालातील (७) काही महत्वाचे निष्कर्ष खाली दिले आहेत :

(१) अनेक स्थानांवर पुनःप्रापणित जलाचा पुरवठा नाममात्र अगर अत्यल्प खर्चात करता येईल व त्यामुळे अधिक महाग पिण्याचे पांणी महत्वाच्या उपयोगाकरता राखून ठेवता येईल.

(२) प्रदूषण नियंत्रण, पिण्याच्या पाण्याचे संधारण, आणि जनता संपर्क, उत्तम प्रकारे साधावे म्हणून ह्या औद्योगिक अपशिष्ट–जलाच्या विस्तृत प्रमाणात पुनःप्रापणास चालना मिळावी अशी उद्योगांची इच्छा आहे.

(३) शीतन, बॉयलरचे संभरण, आणि प्रक्रिया-परिचालन, यांकरता वाहितमल निःस्त्रावाचा उद्योगांकडून होणारा वापर काटकसरीचा ठरत आहे आणि (जेव्हा जेव्हा दर्जा उपयुक्त असतो तेव्हा तेव्हा) तो वाढत आहे.

(४) स्वतःच्या अपशिष्ट जलाचे पुनःप्रापण करून उद्योगाला आपल्या अपशिष्ट–उपचारणावरील खर्चच केवळ कमी करता येतो असे नसून आपल्या नाला–प्रदूषणाची राशीही कमी करता येते.

बहूतेक वाहितमल–संयंत्रातील निःस्त्राव आणि नमुनेदार पृष्ठीय अथवा विहिरीतील जलपुरवठा, यांतील पांच प्रमुख फरक, कींटिंग आणि कॅलीज (८) यांनी खालील प्रमाणे, सूचित केले आहेत : गडद रंग, नायट्रोजनयुक्त द्रव्याची उच्चप्रमाणातील टक्केवारी; BOD चा अधिकतर अंश; विलीन घनपदार्थांची उच्च राशि; आणि प्रक्षालकांच्या (detergents) मुळे होणारी फॉस्फेटांची उपस्थिति. संयुक्त अपशिष्टे, उपचारणाच्या ज्या विशिष्ट एकत्रीकरणातून जातात त्यामुळे, रंग आणि BOD फक्त कमी होतात नायट्रोजनयुक्त व फॉस्फेट द्रव्यासह विलीन द्रव्यांचे आणखी अपचयन, मृदुकरण, आणि विखनिजीकरण करून, घडवून आणता येते. बहूतेक सर्व जलपुरवठयांवर, त्यांचा विशिष्ट औद्योगिक प्रक्रियेत उपयोग करण्यापूर्वी, कोणचेतरी उपचार करण्याची आवश्यकता असते. आपल्या प्रकरणवृत्तातील

* राज्य जलप्रदूषण-नियंत्रण मंडळांनी सर्व उद्योगांच्याकरता लागणाऱ्या पाण्याच्या सरक्षणाची संपूर्ण यादी तयार केली आहे.

शहराच्या वाहितमल–संयंत्रातील निःस्त्रावाचे (जसे सध्याच्या विहिरीतील पाणी हवे असते तसे मिळण्याकरता) निश्चितच मृदुकरण करावे लागेल. विद्यमान खाडीतील जलपुरवठ्यात आढळून येत असलेल्या रंग व गढूळपणापेक्षा निःस्त्रावाचा रंग आणि गढूळपणा कमी असतो (को. १४–२२) मुख्यतः गिरणीतल्या अपशिष्टात सध्या दिसून येणाऱ्या क्षारतेमुळे घनपदार्थांचे एकूण संकेंद्रण उच्च असते, पण गिरणीतील दाहकांचे पुनःप्रापण करून ते कमी करता येईल. दोन्हीही अनुपचारित पाण्यांतल्यापेक्षा pH काहीसा उच्च असतो, तथापि त्याचा मर्सरायझिंग, वॅट व सल्फर रंग स्नानातल्या (bath) आणि इतरांसारख्या काही प्रक्रियांत फायदा होऊ शकेल.

उद्योगांनी वाहितमल–संयंत्रातील निःस्त्रावाचा व्यावहारिक पुनरुपयोग करण्यासंबंधी बीचने (९) खालील चार कसोट्या सुचविल्या आहेत :

(१) सार्वजनिक स्वास्थ्याशी संबंध येणार नाही अशा प्रक्रियेसाठी पाण्याची गरज लागणारा स्थानिक उद्योग अस्तित्वात असला पाहिजे.

(२) उद्योगाची गरज पुरी करील असे नागरी वाहितमल–उपचारण संयंत्र मोठे असले पाहिजे

(३) वापरावयाच्या जागेपर्यंतच्या वाहतुक खर्चासह निःत्रावावरील प्रक्रियेचा खर्च पर्यायी जलपुरवठ्याच्या खर्चापेक्षा कमी असला पाहिजे.

(४) उद्योगातील पुनरुपयोगी पाण्याचा दर्जा योग्य प्रमाणात सुसंगत राहील असे पाणी नागरी संयंत्राला पुरवता आले पाहिजे.

आपल्या प्रकरणवृत्तातील गिरणीत ह्या चारही कसोट्या पाळता येतील. गिरणीतील सूत–प्रक्रियेस सध्या वापरण्यात येणाऱ्या अनुपचारित पाण्याचे नमुनेदार विश्लेषण व उपचारण संयंत्रात अपेक्षित असलेले विश्लेषण को. १४–२२ त सादर केले आहे.

संपूर्ण चांचणीनंतर, हे पाणी उपयुक्त नाही अगर इतर जलपुरवठ्याशी स्पर्धाक्षम नाही असे जर गिरणी (चालकाला) आढळून आले तर हा निःस्त्राव अन्य औद्योगिक उपयोगाकरता विकता येईल.

कोष्टक १४–२२.
गिरणीत वापरलेल्या अनुपचारित पाण्याचे नमुनेदार विश्लेषण, आणि संयुक्त उपचारण–संयंत्रातील निःस्त्रावाचे अपेक्षित विश्लेषण.

वैशिष्ठ्ये	गिरणीतील अनुपचारित पाणी		संयुक्त उपचारण-संयंत्रातील अपेक्षित निःस्त्राव
	विहिरीतील पाणी	खाडीतील पाणी	
pH	७.३	६.६	९-१०
गढूळपणा, ppm	८	५०	१०-२०
काठिण्य, $CaCo_3$, ppm	४९०	५८	१००-३०० ‡
			३००-६०० †
एकूण घनपदार्थ, ppm	७५४	१६४	१५००
तरंगते घनपदार्थ, ppm	०.४	७३	२०
विलीन घनपदार्थ, ppm	७५४	९१	१४८०
सेंद्रिय घनपदार्थ, ppm	७६	४२	१००
खनिज घनपदार्थ, ppm	६७८	१२२	१४००
तरंगते सेंद्रिय घनपदार्थ, ppm	०	१५	१५
तरंगते खनिज घनपदार्थ, ppm	०	५८	५
विलीन सेंद्रिय घनपदार्थ, ppm	७६	२७	८५
विलीन खनिज घनपदार्थ, ppm	६७८	६४	१३९५

‡ उपचारण-संयंत्रावर जर अम्ल उदासीनीकरण लागणार नसेल तर-

† जर गिरणीत दाहकाचे पुनःप्रापण करण्याची प्रथा नसेल आणि उपचारण-संयत्रात अम्ल उदासीनीकरणाची गरज असेल तर

१४–११. भविष्यकालीन विस्ताराकरता नियोजन–

१५ ते २५ वर्षापर्यंत काहीही फेरफार न करता समाधानकारकपणे वाहितमल उपचारण संयंत्रे काम देतील अशा प्रकारे त्यांचे सामान्यतः अभिकल्पन केलेले असते. ह्या दीर्घ अभिकल्पन कालाच्या निवडीच्या पाठीमागे मुख्य कारण हे असते कीं, वाहितमल उपचारण संयंत्राचे संकलपन (conception) आणि परिचालन ह्यांच्या दरम्यान बराच काल जातो. अनेक वेळा प्राथमिक अहवाल तयार करणे, तपशीलवार नकाशे तयार करणे, पुरेसे कर्जरोखे विक्रीस काढणे, वित्तव्यवस्थेचा तपशील तयार करणे, बांधकामाचे कंत्राट देणे आणि सयंत्राचे संरचन करणे, ह्या कार्याकरता, पाच वर्षांचा कालावधी लागतो. ज्या संयत्रांत बदलत जाणाऱ्या औद्योगिक अपशिष्टांच्या बऱ्याच मोठ्या टक्केवारीचे उपचारण होते अशा संयंत्रांच्या बाबतीत हे विशेषप्रकारे सत्य असते. उद्योगांत बदल घडून येत असल्यामुळे, तसेच वाहितमल व अपशिष्टांच्या एकत्रित उपचारणात सुधारणा होत असल्यामुळे, अल्पकालीन अभिकल्पनाचा उपयोग करावा, आणि वाढीकरता जागा राखून ठेवावी. कोणच्याही वेळी अभियंत्यांना जलद बदल अगर वाढ करता येईल असे संयंत्राचे अभिकल्पन करावे. तथापि, सामान्यपणे कर्जरोखे २० ते ३० वर्षाच्या मुदतीचे असल्यामुळे मुदत संपण्याच्या आत नवीन कर्जरोखे जर विक्रीस काढले तर लोकांच्याकडून काही प्रमाणात विरोध होण्याचा संभव असतो. हे लक्षात ठेवून लेखकाने अशी शिफारस केली कीं, ज्या शहर व गिरणीविषयी आपण चर्चा करत आहोत त्यांच्या उपचारण संयंत्राचे अभिकल्पन दहा वर्षांच्या कालावधीकरता करावे व त्यात बऱ्याच प्रमाणात लवचिकता असावी.

सध्या शहरापेक्षा गिरणीत अपशिष्टाची राशि चौपट प्रस्त्रावित होत असल्याने गिरणीच्या परिचालनातील वाढीला अत्यंत महत्व आहे. अलिकडेच गिरणीत तिसरे रंगगृह चालू करण्यात आले आहे, परंतु गिरणीत पुढील दहा वर्षात आणखी वाढ होईल अगर कसे याबद्दल शंका आहे. असे असले तरी, विद्यमान परिचालनात सुधारणा आणि विद्यमान सुविधांच्यामुळे, ३० टक्क्याइतकी उत्पादनात वाढ होईल असे गिरणीतील कर्मचाऱ्यांना वाटते. पुढील दशवार्षिक कालावधीत लांब मुदतीच्या उत्पादनातील घटींच्या संभाव्यतेचाही विचार करावा लागेल.

संयंत्राच्या विस्ताराखेरीज शहरातील लोकसंख्येच्या वाढीचाही आपणास विचार करावा लागेल. लोकसंख्येत जरी महत्वपूर्ण वाढ झाली आणि त्यामुळे घरगुती अपशिष्टांच्या स्वरूपावर परिणाम होणार नसला तरी त्यांच्या राशीत बरीच वाढ होईल.

शहराच्या लोकसंख्येत १८८० पासून झालेले बदल को. १४–२३ मध्ये दाखविले आहेत.

१९५० पर्यंतचे आंकडे शासकीय खानेसुमारीवरून घेतले आहेत आणि १९५० ते १९७० पर्यंतचे आंकडे वाणिज्य मंडळाच्या (chamber of commerce) सल्ल्याने सध्याच्या वाढीच्या प्रमाणाचे प्रक्षेपण करून, त्या प्रमाणाची गेल्या ७० वर्षांतील सरासरी वाढीच्या प्रमाणाशी तुलना करून प्राप्त केले आहेत. येथे हे नजरेस आणण्यात येत आहे कीं, एकादा उद्योग जरी शहरात सुरू झाला तरीही अल्पकालातच शहरातील लोकसंख्येच्या सरासरी वार्षिक वाढीत चूक निर्माण होईल. यावरून उद्योग आणि शहर यांच्यातील वाढी एकमेकाशी कशा संलग्न असतात हे समजून येईल.

कोष्टक १४–२३

१८८० ते १९७० सालांतील लोकसंख्येतील फरक

वर्ष	लोकसंख्या	दर वर्षाच्या वाढीची टक्केवारी
१८८०	५०८	
१८९०	८३६	५.१०
१९००	१५३३	६.२५
१९१०	३४००	८.३०
१९२०	४३१५	२.४०
१९३०	५६१९	२.७०
१९४०	६६८२	१.७५
१९५०	७१२१	०.६५
१९५६*	८५००	३.२०
१९६०†	९४०१	३.२०
१९७०†	१२४०१	३.२०

सरासरी वाढीचा वार्षिक वेग, १८० - १९५६ = ३.८०%

* वाणिज्य मंडळाने केलेल्या सर्वेक्षणावरून अंदाजित केली.

† विद्यमान वाढीच्या प्रमाणावरून भाकित केली.

शलाका चाळण्या (Bar creens), पंप आणि कक्ष, यांच्यासारखे काही उपद्वारण संच २५ वर्षे टिकावेत असे सामान्यतः त्यांचे अभिकल्पन करण्यात येते. संयंत्राच्या अभिकल्पनाची निवड करताना प्रत्येक संचाचा व्यक्तिशः विचार करावा. सर्वसाधारणपणे दहा वर्षे वाढ अगर बदल भरीव प्रमाणात न करता संयंत्राचे परिचालन प्रभावीपणे करता येईल असे त्याचे

अभिकल्पन करावे. त्यावेळी, शहरातील वाहितमल आणि अपशिष्टांच्या परिस्थितीचे पुनर्मूल्यन करावे. १० वर्षांच्या परिचालन कालात वाहितमल आणि अपशिष्टांच्या गुणधर्मांत अत्यल्प बदल होईल आणि ठिबकणाऱ्या निस्यंदकाच्या भोवतालचे पुनराभिसरण वाढत्या लोकसंख्येची काळजी घेईल असे जरी गृहीत धरले तरीही १० वर्षांच्या कालातील ३४ टक्के प्रवाहातील वाढ सामावून घेता येईल असे संयंत्राचे अभिकल्पन करावे. अशा रीतीने एकूण प्रवाह द. दि. २.५ द. ल. गॅलनाऐवजी ३.३३ द. ल. गॅलन होईल.

आकृति १४–९. संयुक्त उपचारण संयंत्राचा आयोजन आरेख

(१) शलाका चाळण, (२) कंकर कक्ष, (३) अंशीय फ्ल्यूम, (४) पंप, (५) समकार (equalizer) अवस्थापक (settler), (६) अम्ल पोषक – pH नोंदक, (७) ठिबकणारे निस्यंदक, (८) चुना संभरक, (९) फेरिक क्लोराइड संभरक, (१०) पुंजीकारक, (११) दुय्यम अवस्थापक टाकी, (१२) अवमल-अनुकूलन टाकी, (१३) निर्वात निस्यंदक, (१४) पुनराभिसरण पंप, (१५, १६) प्राथमिक अगर दुय्यम अवमल पंप, (१७) अव-मलाकरता चुना संभरक, आणि (१९) अवमलाकरता $FeCl_3$ संभरक.

कोष्टक १४–२४.

एकेरी आणि संयुक्त संयंत्राच्या किमतींची तुलना.

संयंत्राचा प्रकार*	किंमत $
फक्त नगरपालिका	३५२०००
फक्त उद्योग	८२१०००†
वेगवेगळी दोन संयंत्रे	११७३०००
एकच संयंत्र (फक्त संयंत्र)	३५४१८०
एकच संयंत्र, संपूर्ण ‡	६४७५७७

* बाबवार अंदाजावर आधारित केलेले एकेरी संयंत्राचे आंकडे.

† रूढ उपचारणाच्या खर्चावर आधारित.

‡ जमीन, रोधक नलिका, आणि अंदाजी विस्ताराचा समावेश केला आहे. ह्या किंमती फक्त ढोबळ अंदाज म्हणून उपयुक्त होतील आणि त्या संयंत्राच्या नक्की किंमती आहेत असे समजू नये.

१४–१२. लागणाऱ्या संयंत्राची संख्या ठरविणे–

शहरी आणि गिरणीतील संयुक्त अपशिष्टे एकात्र उपचारण संयंत्रातून हाताळण्याने होणारे अनेक फायदे को. १४–१ मध्ये सूचित केले आहेत. त्यात खालील गोष्टी समाविष्ट

करता येतील : क्षारीय औद्योगिक अपशिष्टाच्या उपस्थितीत अवस्थापन द्रोण्यांत दीर्घकाळ-पर्यंत अवमल साठवून ठेवण्यामुळे निर्माण होणारी दुर्गंधी नाहीशी होते; तसेच औद्योगिक अपशिष्टाच्या उपस्थितीत अवमल–पाचनाचा वापर टाळता येतो व त्या ऐवजी काहीशा कमी खर्चाचा निर्वात निस्यंदन अवमल–उपचारणाचा उपयोग करता येतो.

कधीकधी अपशिष्टांच्या संयुक्त उपचारणावर आक्षेप घेण्यात येतात; परंतु त्यांतील तोटे तांत्रिक स्वरुपाचे असतात आणि ते दूरही करता येतात. अत्यंत उच्च pH आणि गिरणीतील अपशिष्टाचा अनियमित प्रस्त्राव ह्या दोन मुख्य अडचणी, संयुक्त अपशिष्टांच्याकरता एकेरी उपचारण संयंत्राचे योग्य अभिकल्पन आणि परिचालन करून, दूर करता येतील. ज्या उदाहरणात एकेरी संयंत्राचे बाबतीत असे आक्षेप उद्भवत नाहीत तेथे खर्चविषयक विश्लेषणाचा अंतिम निर्णयावर परिणाम होऊ शकेल. ह्या उदाहरणात अशा तऱ्हेचे खर्चासंबंधी विश्लेषण केले होते आणि येथे ते सादर केले आहे. संयुक्त उपचारण संयंत्राचा आयोजन आरेख आकृति १४–९ मध्ये सादर केला आहे. को. १४–२४ मध्ये एकेरी आणि संयुक्त उपचार सयंत्राचा अंदाजी खर्च संक्षिप्तपणे दिला आहे.

एकेरी संयंत्र विरुद्ध वेगवेगळी निस्तारणसंयंत्रे, यांच्या किंमतींचे विश्लेषण–

अ– फक्त नगरपालिकेच्या संयंत्रावरील खर्च : *

१– दुय्यम संयंत्रातील (उपचारणावर) दर माणशी $ ६६.७० खर्च आला. (१९५५ मधील सरासरी किंमतीच्या अंदाजाकरता, सार्वजनिक बांधकाम खात्याचा नोव्हेंबर १९५८ चा अहवाल पा ७९ पहा). १ जानेवारी १९५६ च्या लोकसंख्येच्या अंदाजाप्रमाणे ८५०० लोकसंख्या आहे. त्यापैकी सुमारे ८० प्रतिशत् नागरिकांना मलव्यवस्थेची सेवा मिळत होती म्हणून सेवामुक्त लोकसंख्या ८५०० × ०.८० = ६८०० येते. दर माणशी $ ६६.७० प्रमाणे एकूण खर्च ६८०० × ६६ ७ = $ ४५४००० आला.

२– जो ठोकळ अंदाज सामान्यतः वापरला जातो त्याप्रमाणे द. दि १ द. ल. गॅलनपेक्षा वापर कमी असताना पूर्ण उपचारणास द. द. ल. गॅलनला $ ५००००० खर्च येईल (इञ्जिनिअरिंग न्यूज रेकॉर्ड, १७ आक्टोबर १९५७ पहा). शहरात पांच लाख गॅलनचा दररोज खप होतो.

* यातून जमिनीची किंमत, जागेची साफसफाई, कायदा विषयक फी, अभियांत्रिकी फी, पंपिंग, अधिवाहिनी आणि संग्राहक मलवाहिन्या वगळल्या आहेत.

म्हणून द. ल. गॅ./दि. ०.५ × ५००००० = $ २५०००० खर्च येईल. फक्त नगरपालिकेच्या अपशिष्ट जलाच्या उपचाराच्या एकेरी संयंत्राच्या संरचनेस ह्या दोन्ही अंदाजांच्या सरसरी प्रमाणे $ ३५२००० खर्च येईल.

ब– फक्त औद्योगिक संयंत्रावरील खर्च–

१– दर दिवशी BOD च्या दर पौंडास रिपोर्टप्रमाणे येणाऱ्या सरासरी $ १५० या खर्चावर गणने आधारित केली आहेत दररोजचा खर्च १५० × ३७४५ पौंड BOD = $ ५६२००० येतो.

२– समतुल्य लोकसंख्येवर आधारित केलेला खर्च, ३७४५/१५७५ (को. १४–१३ पहा) × ६८०० माणसे– हे १६२०० माणसांच्या (दुय्यम उपचाराचा सरासरी खर्च) समतूल्य असतो, आणि हा खर्च १६२०० माणसे × दर माणशी $ ६६.७० = १,०८०,००० असतो.

ह्या दोन्ही अंदाजांची सरासरी $ ८२१००० हा फक्त गिरणीतील अपशिष्ट जलावरील उपचारणास लागणारा संयंत्रावरील खर्च येईल.

क– संयुक्त उपचारणाकरता लागणारा एकाच संयंत्रावरील खर्च–

	१९५७ मधील आंकड्यांवर आधारलेल्या खर्चाचा स्थूल अंदाज.
सळयांची जाळी	$ १६५००
कंकर कक्ष	७६००
समकार – अवस्थापक (Equalizer settler)	१७९२५
दमक मिश्रक (flash mixer)	३२००
अम्ल संभरक (feeder)	२०००
pH नोंदक (दोन)	३०००
रसायने मिसळण्याची द्रोणी	२००
ठिवकणारे निस्यंदक	८५०००
चुना संभरक, फेरिक क्लोराइड संभरक	८४००
संभरक आणि पंप बसविलेल्या इमारती	५५०००

रसायने मिसळण्याची द्रोणी	$	२००
पुंजीकारक (flocculator)		१७५५
अंतिम अवस्थापन टाकी		१३५००
निर्वात निस्यंदक, अनुकूलन टाकी, आणि रासायनिक संभरक		५६४००
पंप		१८०००
रस्ते (drive ways)		२०००
कुंपण		१५००
नळ आणि झडपा		३००००
इमारतीवरील प्रयोगशाळेची उपकरणे		१००००
अंशीय फ्ल्यूम आणि नोंदक		२५००
उप बेरीज	$	३३४६८०
अभियांत्रिकी (सुमारे ६.१ %) संयुक्त उपचारणाकरता		२०५००
एकेरी संयंत्रावरील (फक्त संयंत्र) एकूण खर्च	$	३५४१८०

ड अतिरिक्त खर्च–

(क) विभागातील एकूण खर्च	$	३५४१८०
दर एकरी $ २०० प्रमाणे जागेची अंदाजित किंमत		४०००
दर फुटास $ १५ प्रमाणे २ मैल रोधक नळ		१५८०००

अपेक्षित विस्तारण : ३०% औद्योगिक, अथवा २×१.३ = २.६ द.ल.गॅ.

४६% नगरपालिकेचे अथवा ०.५×१.४६ = ०.७३ द.ल.गॅ.

एकूण ३.३३ द. ल. गॅलन

१०० (३.३३—२.५)/२.५ ही ३४ प्रतिशत् वाढ आहे

म्हणून १.३४ × $ ३५४१८० =	$	४७४६०१
नवीन उपबेरीज		६३६६०१
अतिरिक्त अभियांत्रिकी फी– ६%		१०९७६
एकेरी संयंत्राचा अंतिम एकूण खर्च	$	६४७५७७

ह्या विश्लेषणाच्या आधारावर लेखकाने अशी शिफारस केली कीं, शहरातील आणि गिरणीतील अपशिष्टे एकत्रितपणे हाताळण्याकरता एकाच संयंत्राची संरचना करावी. पूर्वी वर्णिल्याप्रमाणे एकत्रित उपचारणाचे फायदे कोणच्याही संभाव्य तोटयापेक्षा कितीतरी जास्त आहेत. तथापि, एकाच संयंत्राचे कार्यक्षम परिचालन करावयाची इच्छा असेल तर आपणास खालील दोन महत्वाच्या गोष्टींकडे लक्ष द्यावे लागेल;

(१) संयंत्राचे योग्यप्रकारे अभिकल्पन केले पाहिजे; औद्योगिक परिचालनांचा बदलणारा स्वभावधर्म संयंत्राच्या बाबतीत विचारात घेतला पाहिजे. (२) संयंत्राचे परिचालन कुशलतेने केले पाहिजे; अभिकल्पन कितीही उत्तमप्रकारे केले असले तरी त्याची देखभाल सुशिक्षित कर्मचाऱ्यांकडून सतत करण्यात आली नाहीतर कोणचेही संयंत्र कार्यक्षमतापूर्वक काम देऊ शकणार नाही.

ह्या दोन गोष्टी लक्षात ठेवून लेखकाने नगरपालिका व गिरणीच्या प्रतिनिधींना गुणवान अभियते आणि सुशिक्षित निरीक्षक नेमून घेण्याविषयी आग्रहपूर्वक सांगितले. ह्या घटकांकडे जर दुर्लक्ष झाले अगर त्यांना योग्य महत्व दिले नाही तर प्रारंभिक खर्चांत होणारी बचत वाया गेल्यासारखे होईल.

१४–१३. उपचारण–खर्चाच्या वाटयांचे प्रभाजन–

संयुक्त उपचारण संयंत्राचा संपूर्ण भांडवली खर्च व परिचालनाचा खर्च नगरपालिकेने करावा अशी अपेक्षा उद्योगाने करणे उचित होणार नाही. तसेच ह्या सेवांकरता नगरपालिकेने अवास्तव रकमेची मागणी करणेही गैर होईल. भांडवली आणि परिचालन खर्चाचा न्याय्य वाटा प्रत्येकाने उचलला पाहिजे. जेव्हा खर्चाच्या हिश्याचे वाटप केले जाते तेव्हा शहराला उद्योगाचे किती महत्व आहे याचा विचार करणे इष्ट असते. शहरसीमेत स्थापन केलेल्या उद्योगाकडून करप्राप्ती होत असल्याने व शहराच्या दृष्टीने ती एक मौलिक बाब मानली जात असल्याने उद्योगाकडून होणाऱ्या करप्राप्तीच्या प्रमाणाततरी भांडवली खर्चातील त्याच्या वाटयाला येणाऱ्या रकमेतून काही सूट त्याला मिळाली पाहिजे. चर्चा करण्यात येत असलेल्या या उदाहरणात, एकूण नागरी करांपैकी गिरणीकडून सुमारे ३१ प्रतिशत् कर मिळतो. (एकदा का गिरणीतील अपशिष्टाचे उदासीनीकरण केले कीं) त्या अपशिष्टाचे अन्य प्रदूषण-

कारक गुणधर्म घरगुती वाहितमलातल्यासारखेच असतात, म्हणून उपचारणातील परिचालन खर्चाकरता इतर उपभोक्त्यांना जो कर द्यावा लागतो त्यापेक्षा जास्त कर त्या उद्योगावर लादू नये. गिरणीतून अपशिष्टाची बरीच मोठी राशि प्राप्त होत असल्याने दर दशलक्ष गॅलनला येणारा परिचालन खर्च प्रत्यक्षात तिच्यामुळे कमी होतो, म्हणून अशा होणाऱ्या एकूण बचतीपोटी गिरणीची कोणच्यातरी स्वरुपात भरपाई करावी. संयंत्रातील निःस्त्रावाच्या आपल्या वाट्याबद्दल किमान, तो निःस्त्राव पुनः वापरणे, विकणे, अगर परिचालन खर्चावरील प्रभार कमी करण्यासाठी नगरपालिकेशी वाटाघाट करणे, या बाबतीत गिरणीला निर्विवाद हक्क प्राप्त होतो अशी शिफारस करण्यात आली.

*** खर्चाचे संविभाजन (apportioning) करण्याकरता सुचविलेली कार्यपद्धती–**

१) **भांडवलीखर्च** (प्राथमिक अंदाजावर आधारित :

संयुक्त उपचारण संयंत्राची किंमत	$	६४७५७७
फक्त नगरपालिकेने बांधलेल्या संयंत्राची किंमत		३५२०००
ह्या दोन्ही आंकड्यातील फरक, नगरपालिका आणि उद्योगाने वाटून घ्यावयाचा खर्च आहे		२९५५७७
गिरणीने भरलेल्या नागरी कराची टक्केवारी : $ ३४४८७५२ / $ ११२०८००४ × १०० = ३०.७ % †		
गिरणीच्या वाट्यातून वजा करावयाची रक्कम (०.३०७ × २९५५७७)		९०७५०
गिरणीने भरावयाची रक्कम		२०४८२७
नगरपालिकेने द्यावयाचा जादा खर्च		९०७५०
एकूण नगरपालिकेचा खर्च (३५२०००+९०७५०) ‡		४४२७५०
एकूण औद्योगिक खर्च ‡		२०४८२७

* अंतिम खर्च निश्चित झाल्यावरच नक्की यथानुपातन (prorating) करता येईल.

† ३० जून १९५७ प्रमाणे

‡ संघीय शासनाने संप्राप्त करावयाच्या खर्चाच्या टक्केवारीने दोन्ही बेरजा कमी करावयाच्या आहेत.

२) परिचालनावरील खर्च– (प्राथमिक अंदाजावर आधारित केला)§ :

¶ अंदाजित परिचालन खर्च (उदासीनीकरण वगळून) $ १५/द.दि.द.ल.गॅ.
एकूण राशीपैकी गिरणीतून मिळालेली प्रतिशत् राशि ८० %
गिरणीने द्यावयाचा परिचालनावरील खर्च (०.८०×१५) $ १२/द.दि.द.ल.गॅ.
एकूण राशीपैकी शहरातून मिळालेली प्रतिशत् राशि २० %
शहराने द्यावयाचा परिचालन खर्च $ ३/द. दि. द. ल. गॅ.
दर दिवसाचा गिरणीने करावयाचा खर्च (द. दि. २ द. ल. गॅ. प्रमाणे) $ ३०
दर दिवसाचा शहराने करावयाचा खर्च (द. दि. $\frac{१}{२}$ द.ल. गॅ. प्रमाणे) $ ७.५०

गिरणीला मिळणारा अतिरिक्त फायदा :
दर दिवशी दोन द. ल. गॅलन पुनरुपयोगी पाणी; त्याच्या निर्मितीस $ ३० खर्च आला.

संयुक्त निस्तारण संयंत्रावरील भांडवली आणि परिचालन खर्च शहर व गिरणी, यांनी वाटून घ्यावा अशी शिफारस केली होती. भांडवली खर्चाच्या अंदाजो २६ प्रतिशत् खर्च गिरणीला व उरलेला शहराला करावा लागेल. संयंत्रावरील अंतिम खर्च व संघराज्याकडून मिळणारी मदत, यांवर प्रत्येकाने एकूण खर्च किती करावयाचा हे अवलंबून राहिल. परिचालन खर्चाच्या बाबतीत गिरणीवर ८० टक्के खर्चाची जबाबदारी राहिल कारण उपचारणाच्या राशीपैकी तिचा वाटा ८० टक्के आहे. तथापि, गिरणीतील अपशिष्टाची राशि मोठी असल्यामुळे द. दि. द. ल. गॅलनला येणारा परिचालन खर्च बराच कमी होईल, ह्या मुद्यावर गिरणीच्या बाजूने विचार करावा लागेल. शिवाय, रोज २ द. ल. गॅलन निर्मलीकरण केलेला निःस्त्राव गिरणीच्या मालकीचा राहील आणि जादा किंमत न घेता त्याचा पुनरुपयोग करण्यास तो गिरणीस उपलब्ध करून दिला पाहिजे. उपचारित निःस्त्रावापैकी गिरणीचा वाटा पुनः वापरावा अगर विकून टाकावा हे ठरविण्याचा अधिकार गिरणीस दिला जावा.

---

§ दरवर्षी दरमाणशी $ १.२९ राष्ट्रीय सरासरी आहे. म्हणून १६२०० (औद्योगिक सममूल्य) माणसे × $ १.२९ म्हणजेच $ २०९०० ही गिरणीची वार्षिक (सरासरी) आहे.

¶ किमान सहा महिने संयंत्र चालविल्यानंतरच परिचालनाचा नक्की खर्च निश्चित करता येईल.

१४-१४. उपचारण-संयंत्राच्या जागेची निवड–

संयुक्त उपचारण संयंत्रास उपयुक्त होईल अशी जागा खालीलप्रमाणे असावी : (१) रोधक नळयोजना अति लांब न होता निकासी (प्रवाह) सहज सोडता येईल इतकी निकट ती जागा असावी. कारण निकास नलिकांतील आणि अन्य पार्श्वनलिकांतील वाहितमल आणि अपशिष्ट जल रोधकांतून (संग्राहक) वाहात जाते आणि त्यांचा आकार मोठा असतो व ते फार खर्चिक असतात. (२) निवासी क्षेत्रापासून, निकासात अडथळा न येईल इतकी, ती जागा दूर असावी. (३) पंपिंग खर्च कमी व्हावा म्हणून ती जागा पुरेशा खालच्या पातळीवर असावी. (४) ती जागा, ज्या नाल्यात पुरेसे तनुकरण जल उपलब्ध होईल अशा नाल्याच्या नजिक व तिचा उतार नाल्याकडे आहे, अशी असावी. (५) त्या जागेकडे मोटार अगर ट्रक सहज नेता यावा. (६) ती जागा विस्तार करता येण्याइतकी मोठी असावी व ती कमी पैशात विकत घेता येईल अशा क्षेत्रात असावी. (७) विद्यमान व संभाव्य औद्योगिक जल-उपभोक्त्यांपासून ती जागा इतकी दूर नसावी की ज्यामुळे पुनरुपयोगाकरता निःस्राव पंपाने नळातून वाहून नेण्यास फार खर्च येईल.

शाखा D त अपशिष्ट प्रस्त्रावित करून व तेथून ते नदीत सोडण्यासाठी संग्राहक मलवाहिन्या आणि पंपिंग केंद्रे आपल्या प्रकरणवृत्त शहरात बसविलेली असल्याने, सध्याची व्यवस्थाच चालू ठेवावी. तथापि, विद्यमान नागरी मलव्यवस्था संयंत्रघरांच्या अगदी निकट आहे आणि विस्ताराकरता तेथे पुरेसे क्षेत्र मिळण्याजोगे नाही. शिवाय शहराच्या उत्तरपूर्व विभागाचा काही भाग, गुरुत्वाकर्षणाने विद्यमान मलव्यवस्थेत मलनिःस्राव सोडण्यास अवश्य असणाऱ्या उंचीवर नाही. म्हणून कमी पातळीवरील काहीशा दूरच्या क्षेत्रातील नवीन जागेची निवड करावी लागेल हे उघड आहे. मात्र पाण्याचा पुनरुपयोग करण्याच्या दृष्टीने समस्या निर्माण होऊ नये म्हणून ती जागा गिरणीपासून फार दूर नसावी. सध्याच्या इमहॉफ टाकीच्या (एकत्रित अवस्थापन टाकी व अवमल पाचित्र) दक्षिण पूर्वेस आणि शाखा D व नदीच्या संगमाच्या उत्तरेस संयंत्राचे स्थान असावे, असे लेखकाने सुचविले होते. संयंत्रासाठी २० ते ५० एकर जमीन विकत घ्यावी.

अधिक प्रकृष्ट छाननीवरून आणि शेजारच्या संभाव्य जागांच्या हवाई फोटोंच्या अध्ययनानंतर विशिष्ट जागेची निवड करण्यात आली. शाखेकडे असलेला किंचितसा उतार सोडला तर ही जागा सपाट आहे; तीत झाडेझुडपे आहेत; वीज पुरवठा जवळच उपलब्ध आहे; "उपयुक्त संयंत्र स्थानासंबंधी" दिलेले सर्व विनिर्देश ह्या जागेवर पुरे होतील असे दिसते.

सध्याच्या शहरसीमेपासून ही जागा दक्षिणपूर्वेस अंदमासे २ मैलावर आहे, आणि म्हणून रोधक नलिकांची लांबी जास्तीत जास्त २ मैल होईल. जर संयंत्र शहराच्या अधिक जवळ नेले तर निवासी राहणीत आणि विकासात अडथळे निर्माण होतील असे लेखकास वाटते. शहरापासून जर ते फार दूर नेले तर, रोधक आणि परतणाऱ्या निःस्त्रावाच्या नळांवरील खर्च मालकांना डोईजड होईल.

तथापि, जर प्रदेशवर्णनात्मक सर्वेक्षण केल्यावर उंच पातळीमुळे आणि एका भागात वाहितमल पंप करावा लागणार असल्यामुळे ही जागा सोयीची होणार नाही असे दिसून आले तर, नदीच्या संगमाच्या अधिक जवळ D शाखेच्या आणखी खालच्या दिशेने नवीन जागेची निवड करावी लागेल.

ह्या प्रकरणात वर्णन केलेल्या व्यावहारिक प्रश्नांत जरी प्रत्येक अंगप्रत्यांगाचा उल्लेख करणे अशक्य असले तरी, औद्योगिक अपशिष्ट–संयंत्राच्या बाबतीतील दृष्टिकोन निश्चित करण्यापूर्वी अवश्य असलेली कार्यपद्धति आणि विचारसरणीचे दिग्दर्शन करण्यास, त्याचा उपयोग होईल. ह्या विशिष्ट प्रश्नांच्या बाबतीत लेखकाने संयुक्त उपचारण अधिमान्य केले आहे, परंतु काही वाचक हा प्रश्न सुसंगत कारणे देऊन अन्य प्रकारे सोडवू शकतील व एका नमुनेदार कार्यपद्धतीचा अभ्यास व मूलभूत विचारसरणीचे उद्दीपन (stimulation) ह्या प्रश्नांपासून वाचकाला मिळालेले सर्वांत महत्वाचे लाभ आहेत

संदर्भ–

१– गेयर, जे, सी., दि इफेक्ट ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट ऑन स्युवेज प्लँट ऑपरेशन," स्युवेज वर्क्स जर्नल, ९,६२५ (जुलै १९३७).

२– म्युनिसिपल स्युवर ऑर्डिनन्सेस, मॅन्युअल ऑफ प्रॅक्टिस क्र. ३, फेडरेशन स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स असोसिएशन, वॉशिंग्टन डी. सी., १९४९, १९५७.

३– नेमेरो, एन. एल., "वॉटर वेस्ट्स ऑफ इडस्ट्री," पत्रक क्र. ५, इंडस्ट्रियल इंजिनिअरिंग कार्यक्रम, नॉर्थ कॅरोलायना राज्य महाविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५६).

४– नेमेरो, एन. एल., "फायबर लॉसेस अॅट पेपर मिल्स., इफेक्ट्स ऑन स्ट्रीम अँड स्युवेज ट्रीटमेंट प्लँट्स," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ७, ८८० (जुलै १९५१).

५– Schroepfer, जी. एम., "स्युवर सर्व्हिस चार्जेस," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, १२, १४९३ (डिसेंबर १९५१).

६– युनायटेड स्टेट्स पब्लिक हेल्थ सर्व्हिस, "स्टँडर्ड मेथड्स फॉर दि एक्झॅमिनेशन ऑफ वॉटर, स्युवेज, अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स," १० वी आवृत्ति, १९५५.

७– ए सर्व्हे ऑफ डायरेक्ट युटिलायझेशन ऑफ वेस्ट वॉटर्स, राज्य जल प्रदूषण नियंत्रण मंडळ, सॅक्रॅमेंटो, कॅलिफोर्निया, प्रकाशन क्र. १२.

८– दि ट्रीटमेंट ऑफ स्युवेज प्लँट एफ्लुअंट फॉर वॉटर री यूज इन प्रोसेस अँड बॉयलर फीड, ग्रेव्हर वॉटर कंडिशनिंग कंपनी, न्यूयॉर्क, तांत्रिक पुनर्मुद्रण T – १२९ (ऑक्टोबर १२, १९५४).

९– वीच, एन. टी., "इंडस्ट्रियल यूजेस ऑफ रीक्लेम्ड स्युवेज एफ्ल्युअंट्स," स्युवेज वर्क्स जर्नल, २०, १, ३ (जानेवारी १९४८).



: १५ : अंशतः उपचार केलेले औद्योगिक अपशिष्ट आणि घरगुती वाहितमल यांच्यावरील संयुक्त उपचार–

बहुतेक औद्योगिक अपशिष्टांत असे काही घटक असतात की जे काढून टाकल्याने उरलेल्या अपशिष्टांवर घरगुती वाहितमलासह उपचार करणे शक्य होते. उत्तम प्रकारचे शिक्षण घेतलेल्या अभियंत्याला हा मार्ग स्वीकारण्यासाठी योग्य परिस्थिति अवगत होते, परंतु अल्प ज्ञान असलेल्या अभियंत्याला नागरी मलव्यवस्थेतून आणि उपचारण संयंत्रातून अशी सर्व औद्योगिक अपशिष्टे वेगळी करण्याची मागणी करावी लागते. जेव्हा घरगुती वाहिमलात अपशिष्ट मिसळण्यात येते तेव्हा, ज्यातील काही विशिष्ट घटकच फक्त अनुपचारणशील आहेत असे अपशिष्ट आणि संपूर्णतया अनुपचारणशील असलेले अपशिष्ट याच्यातील फरक फार सूक्ष्म असतो. हा फरक अधिक स्पष्टपणे निर्धारित करणे हा या प्रकरणाचा उद्देश आहे.

पूर्वोपचारणानंतर संयुक्त उपचार करण्याचे एक व्यावहारिक उदाहरण–

उच्चप्रमाणात औद्योगिकरण झालेल्या एका शहरातील दुय्यम प्रकाराच्या उपचारण संयंत्रात तेथील परिसरातील सर्व अपशिष्टे गेली २५ वर्षे हाताळण्यात येत आहेत. आता निस्तारण संयंत्र अतिभारित झाले आहे व औद्योगिक अपशिष्टांच्या संबंधी निर्णय घेणे अगत्याचे आहे. अतिभारित अवस्थेमुळे संयंत्राची क्षमता कमी झाली आहे आणि वंगणामुळे स्थिर तोटया अगर निस्यंदक चोंदून जात आहेत. पिसांच्यामुळे वितरण व्यवस्था चोंदून जाते आणि पाचित्रात बांध बसतो. विषावत रसायनांच्यामुळे पाचित्रातील जैवी क्रिया थंडावते, (वंगण व पिसांच्या बांधामुळे) पाचन मंदावते अगर अजिबात होत नाही. संग्राही नाल्यात निःस्रावी बांधावरून अतिरिक्त तरंगते पदार्थ वाहून जातात, आणि या सर्व घटनांमुळे आणखी अन्य अडचणी उत्पन्न होतात. उपचारण संयंत्राची एकंदर कार्यक्षमता कमी आहे आणि त्याविषयी काहीच भाकित करता येत नाही.

विद्यमान उपचारण संयंत्रात, शलाकांची जाळी, कंकर कक्ष, गोलाकार नेमिचलित (rim driven) निर्मलकारक, स्थिर तोटयांचे ठिबकणारे निस्यंदक, दुय्यम गोलाकार

निर्मलकारक, स्वतंत्र अवमल पाचक, आणि वालुका शुष्कन संस्तर, बसविले आहेत रोजचा सरासरी प्रवाह ३.८८ द. ल. गॅलन आहे, रोजच्या तरंगत्या घनपदार्थांचा भार ७२९६ पौंड आहे व रोजचा BOD चा भार ११५३३ पौंड आहे. सकाळी ८ पासून सायंकाळी ५ पर्यंतच्या नऊ तासात BOD चे ४७.५ टक्के, सरासरी प्रवाहाचे ४४.१ टक्के, आणि तरंगत्या घनपदार्थांचे ४१.२ टक्के भारण घडून येते.

उद्योग आणि त्यांच्यामुळे होत असलेल्या प्रदूषणाच्या भारांची यादी पुढे दिली आहे :

१) संश्लिष्ट (synthetic) रंगकामाच्या परिष्करण (finishing) वस्त्रनिर्मिति गिरणीतून संप्राप्त होणाऱ्या (contrib te) अपशिष्टात, परिचारण संयंत्रातील एक तृतीयांश प्रवाह आणि एकूण औद्योगिक प्रवाहापैकी ८० टक्के प्रवाह असतो; सयत्रातील एकूण BOD पैकी एकचतुर्थांश आणि एकूण औद्योगिक BOD पैकी सुमारे ६२ टक्के BOD असतो; परंतु एकूण तरंगत्या घनपदार्थांपैकी फक्त ४ टक्के घनपदार्थ त्यात असतात.

२) धोबी कामातून, संयंत्रातील एकूण BOD व तरंगत्या घनपदार्थांपैकी ६.२ टक्के संप्राप्त होतात. ह्या अपशिष्टातील चिंध्या, लिंट हे संयंत्रातील प्रवाहाच्या एक टक्का असतात व त्यांच्यामुळे मलवाहिन्या (चोंदून) बंद होतात.

३) जुडाई (rendering) संयंत्रातून एकूण संयंत्रातील BOD पैकी ४.५ टक्के संप्राप्त होतो. ह्या अपशिष्टातून बरेच वंगण आणि दुर्गंधी निर्माण होते, आणि त्यातील प्रवाह आणि तरंगत्या घनपदार्थांपैकी १ ९ टक्के संप्राप्त होतात.

४) कुक्कुटपालन संयंत्रातील अपशिष्टात, रक्त, पिसे, प्रथम आमाशय (paunch) खत असतात आणि त्यातून एकूण संयुक्त अपशिष्टापैकी १.० टक्का प्रवाह, १.४ टक्के BOD व १.७ टक्के तरंगते घनपदार्थ संप्राप्त होतात.

५) खाटिकखाना व मांस पॅकबंदी संयंत्रातून २.८ टक्के BOD, व १.३ टक्के तरंगते घनपदार्थ संप्राप्त होतात पण प्रवाह फक्त ०.२८ टक्केच संप्राप्त होतो.

६) एका विद्युत् गिलिट काम करणाऱ्या कंपनीतून २.२ टक्के प्रवाह, ०.६९ टक्के BOD, व ०.८७ टक्के तरंगते घनपदार्थ संप्राप्त झाले. ह्या अपशिष्टांच्या अनेक नमुन्यांत क्रोमियम उच्च प्रमाणात सकेंद्रित झाल्याचे दिसून आले.

७) घरगुती गिऱ्हाइकांमुळे संयंत्रातील ८४ टक्के घनपदार्थ, ६०.४ टक्के प्रवाह, आणि ५७ टक्के BOD संप्राप्त होतो.

ह्या देशातील अनेक नगरपालिकांना संयंत्रांच्या अतिभारित क्षमतेच्या गंभीर समस्येला तोंड द्यावे लागते. अशा समस्येच्या बाबतीत व्यावहारिक तोड काढण्यात पूर्वी घेतलेल्या निर्णयाचा महत्वाचा कार्यभाग असतो; अनेक वर्षे एका विशिष्ट प्रकारे अपशिष्टाची विल्हेवाट करण्याची लोकांना संवय झालेली असते आणि एकंदर पद्धतीत करण्यात येणाऱ्या बदलाकडे त्यांचा विरोधी कल असतो. तसेच संयंत्राच्या वित्तव्यवस्थेच्या प्रारंभिक पद्धतीप्रमाणेच नंतरच्या वित्तव्यवस्थेसंबंधी प्रथा प्रस्थापित करण्याकडे त्यांचा कल असतो. उलटपक्षी पूर्वीप्रमाणे त्याच सामान्य व्यवस्थेत उपचारण चालू ठेवण्याचे मात्र सुधारित क्षमतेसह सर्वसंबधित पक्ष स्वागत करतील. लोकांचा एकंदर दृष्टिकोन चुकीचा होता व तो तसाच राहिला आहे हे त्याना पटवण्याचा प्रयत्न करण्याचे बाजूला ठेवले तरी, अपशिष्ट-उपचारण सुविधांचे अभिकल्पन करण्याची जोखीम स्वयंही अवघड असते.

ही तत्वे लक्षात ठेवून, संयुक्त उपचारणाचा वापर पुढेही चालू ठेवून समस्या चांगल्याप्रकारे सोडविता येतील. मात्र इतर सर्व बाबी अनुकुल असल्या पाहिजेत असे लेखकाला वाटते. चर्चिले जात असलेल्या उदाहरणात, नागरिक आणि खाजगी मंडळे, ही दोन्हीही या विचारसरणीस अनुकूल असल्यामुळे, आणि ती अधिक काटकसरीची असल्यामुळे, त्या विचारसरणीचा स्वीकार करण्यातील महत्वाचे परावर्तक (deterrents), विषाक्त अपशिष्टांची उपस्थिति आणि संयंत्राच्या सुपरिचालनातील अडथळा आणणाऱ्या अपशिष्टांची उपस्थिति, हेच फक्त होते. गिलिटकामाच्या संयंत्रातील क्रोमियम अपशिष्ट हेच अशी अडचण निर्माण करील असे दिसत होते एकूण प्रवाहातील ह्या अपशिष्टाची टक्केवारी अत्यल्प असल्यामुळे, अपशिष्टातून विषाक्त क्रोमीयमचे निष्कासन करण्याकरता समाधानकारक व्यवस्था करता येईल असा लेखकाला विश्वास होता.

ह्या समस्येची तांत्रिक सोडवणूक पूर्णपणे करण्याकरता खालील तीन उपाय योजावे लागले : (१) विद्यमान विभिन्न उपचारण–संयंत्रांच्या संचांच्या क्षमता निश्चित करणे, (२) प्रत्येक व्यक्तिगत कारखान्यात औद्योगिक अपशिष्टांसह योग्य पूर्वोपचारणकरून आंत येणारा अपशिष्ट-भार कमीत कमी करणे, आणि (३) विद्यमान संयंत्राचे पुनर्मूल्यन करून भविष्यकालीन अपशिष्ट-भारांची प्रभावीपणे हाताळणी करण्यास अवश्य असलेले आणखी उपाय सुचविणे.

१५–१. संयंत्राची विद्यमान क्षमता निश्चितपणे जाणून घेणे–

विद्यमान संयंत्रातील प्रत्येक उपचारण संचाचे योग्यताक्रम–निर्धारण (rating)

कोष्टक १५–१ मध्ये सादर केले आहे. १०० टक्के योग्यता याचा अर्थ, निष्कासनाची अनुकूलतम कार्यक्षमता असताना तो संच आता कमाल क्षमतेइतका भारित झाला आहे, असा आहे. १०० टक्क्यांपेक्षा जास्त योग्यताक्रम म्हणजे त्या टक्क्यांनी तो संच अतिभारित झाला आहे आणि १०० टक्क्यांपेक्षा कमी म्हणजे ते विशिष्ट संयंत्र पूर्ण क्षमतेइतके वापरले जात नाही असे सूचित होते.

संग्राहक नाल्याच्या संरक्षणाकरता किमान ८५ प्रतिशत् क्षमतेची आवश्यकता असल्याने प्रदूषकाच्या विद्यमान भारणाच्या हाताळणीकरतासुद्धा कंकर कक्षच (मलवा निर्मिति) फक्त पुरे होते.

कोष्टक १५–१.

सध्याच्या संयंत्रांच्या संचांची क्षमता.

संच	क्रमनिर्धारित क्षमता सरासरी *	क्रमनिर्धारित क्षमतेची टक्केवारी
मलवा निर्मिति (detritors) (दोन)	द. दि. ८.०० द. ल. गॅलन	४८.५
प्राथमिक अवस्थापन द्रोणी	द. दि. ३.१८ द. ल. गॅलन	१२२
दुय्यम अवस्थापन द्रोणी	द. दि २.०० द. ल. गॅलन	१९४
ठिबकणारे निस्यंदक (प्राथमिक अवस्थापनानंतरचे भारण— दर दिवशी ९२४० पौंड)	९० टक्के कार्यक्षमता (द. दि. २२१० पौंड)	४१८ †
	८५ टक्के कार्यक्षमता (द. दि. ५६०० पौंड)	१६५ †
	८० टक्के कार्यक्षमता (द. दि. ११३०० पौंड)	८२ †
पाचित्र	६५००० घनफूट	५१८
अवमल शुष्कन संस्तर	दरमहा ९ इंच अवमलाचे एक भारण (द. दि. ८२५ घनफूट अवमल)	२०२
	(द. दि. २२६० पौंड शुष्क घनपदार्थ	२४६

* सामान्य स्वीकृत अभिकल्पन भारणांवर आधारित.

† प्राथमिक अवस्थापन टाक्यात २० प्रतिशत् अपचयन होते असे गृहीत धरून.

१५-२. प्रवेशी भार कमी करणे-

प्रत्येक औद्योगिक संयंत्राला भेट देण्यात आली व उपचारण संयंत्रात प्रस्त्रावित होणाऱ्या भाराचे निर्धारण करण्यास मदत करण्यात आली. अनिष्ट अपशिष्ट कमी करण्याचे अथवा ते काढून टाकण्याचे उपाय सुचविण्यात आले. कार्यपद्धति अथवा निस्तारण प्रथांतील अदलाबदल केलेल्या सूचनाविषयी उद्योगांनी आस्था दाखविली. वस्त्रनिर्मिति उद्योग सर्वांत जास्त राशींना कारणीभूत असल्याने त्यांनी पाण्याचा पुनरुपयोग करण्याच्या शक्यतेचा अभ्यास करण्यासाठी अन्वेषण करण्याचे मान्य केले. प्रयोगशाळेतील अनेक महिन्यांच्या अभ्यासानंतर पाण्याचा पुनः वापर करण्यासाठी कोणतीही व्यावहारिक पद्धत आढळून आली नाही, म्हणून परिष्करण गिरण्यांतून भारात फारसा बदल होईल अशी अपेक्षा करण्यात आली नाही. उलट, वस्त्रनिर्मिति-परिचालनापैकी विणकाम विभागात साबण, प्रक्षालक (detergents) इत्यादीत बदल करण्यात आले. त्यामुळे गिरणीतून बाहेर जाणारा BOD बराच खाली आला. सध्याच्या वंगण टाकीच्या पाशात नवीन अडणे बसविण्याचे जुडाई संयंत्राचे बाबतीत मान्य करण्यात आले, आणि त्याशिवाय मलवाहिनीत वंगण निसटून जाऊ नये म्हणून वंगण टाकीत दुसरा पाश व नवीन नळ बसविण्यास व ते चालू करण्यास अनुमती देण्यात आली. उपचारण संयंत्रातील ठिबकणाऱ्या निस्यंदकाच्या स्थिर तोटचा चोंदून जाण्यात वंगणाचा भरीव वाटा होता. संयंत्रातील अन्य क्षेत्रापासून हत्याक्षेत्र वेगळे करून खाटिक कारखाना आणि पॅकबंदी संयंत्रातील प्रस्त्रावातून रक्ताचे संपूर्ण निरसन करण्यात आले. अशा प्रकारे खते, गोंद, आणि जनावरांचे विशिष्ट खाद्य, यांच्याकरता वापरण्यात येणाऱ्या रक्त-अपशिष्टांची स्वतंत्रपणे विल्हेवाट करण्यासाठी तळघरातील मोठाल्या पिपांत ती सोडून देण्यात आली. नागरी मलवाहिनीत प्रस्त्रावित करण्यापूर्वी सर्व वंगण व तक्तपोशीवरील घाण पाणी वंगण टाकीत सोडण्यात आले आणि अधूनमधून वंगण टाकी उघडून स्वच्छ करण्याचे आदेश देण्यात आले. संयंत्राच्या तळघराबाहेर प्रथम आमाशय खत (paunch) " पेच वाहकाने " (screw conveyor) टाकी बसविलेल्या ट्रकमध्ये टाकले व शेतावर नेण्यात आले. अशा प्रकारे सर्व घन खताचे मलवाहिनीतून निरसन करण्यात आले.

कुक्कुट पालन संयंत्रात त्याच समस्येचे आणखी एक अंग दिसून आले. उपचारण संयंत्राजवळील निस्यंदक तोटचा पिसांनी चोंदून जात आणि घनत्वाच्या तुलनेने त्यांचे पृष्ठीय क्षेत्र जास्त असल्याने अवस्थापन टाकीत ती खाली बसण्यास प्रतिरोध होत होता. तथापि पूर्णपणे भिजून गेल्यावर काही पिसे खाली बसली आणि पाचित्रात गेली. तेथे त्यांचा विघटनास प्रतिरोध होऊ लागल्याने पाचन क्रियेस अडथळा येऊ लागला. म्हणून कुक्कुट पालन संयंत्रात तीन सूक्ष्म जाळ्यांची एक मालिका बसविण्यात आली. पूर्वी संयंत्रातून निसटून जाऊन निःस्रावी

मलवाहिनीत शिरणारी पिसे आणि अन्य घनपदार्थ काढून टाकण्याकरता ह्या जाळ्या रोजच्या-रोज धुण्यात येतात. जाळ्याना चार सिमेंटची गटारे जोडलेली होती व ती पत्र्यांनी झांकून टाकली होती. वेड(wade) प्रकाराच्या निकास नाल्या (नळकामासबंधी पुरवठ्याच्या कोणच्याही नियमपुस्तिकेत पहा) गटांच्या प्रत्येक टोकाशी बसविल्या होत्या. पिसांचा प्रस्त्राव किमान राखण्यास प्राथमिक मदत व्हावी हे त्यांचे काम असते.

धोबी कार्यालयात भारी तारांच्या जाळीच्या कापडासह धातूची एक चौकट आणि इमारतीच्या मागील बाजूस बांधलेल्या जलरोक द्रोणीत (catch basin) बाधक पट्ट्यांची (baffle plates) मालिका बसविली होती. संयंत्रातून बाहेर पडणाऱ्या तरंगत्या घनपदार्थांचे बरेचसे निष्कासन होण्यास जरूरीप्रमाणे वेळोवेळी हे कापड बदलण्यात येते. कापडाचे तुकडे आणि टुवाल यांच्यासारखे मोठे तुकडे पकडून (बाजूला) ठेवण्याकरता संयंत्रात अतिरिक्त जाळ्याही बसविण्यात आल्या.

धातूवरील गिलिट करण्याच्या संयंत्रात गिलिट कक्षातील निःस्त्राव नालीवर आपोआप चालणारे pH नोंदक बसविले होते. pH चे ७ च्या जवळपास मूल्य स्थिर राखण्याकरता अमोनियम हायड्रॉक्साइड (NH_4OH) मिसळले आणि त्यामुळे गिलिट कामातून नगर मलवाहिनीत अतिरिक्त अम्लता शिरण्यास प्रतिबंध झाला. शिवाय, गिलिट-स्नान परिचालनाचा अभ्यास करण्यात आला आणि (विशेषतः सायनाइडे आणि क्रोम असलेल्या) धातु-स्नान परिवाहास प्रतिबंध व्हावा म्हणून योग्य त्या दुरुस्त्या करण्यात आल्या.

तसेच, एका लहान रसायन कंपनीने मलवाहिनीतून वादळी जलाचे निष्कासन होण्याकरता प्रस्त्राव नलिकेत मामुली बदल केले. (अपशिष्ट-उपचारण संयंत्रातील तुलनेने पातळ आणि संदूषणरहित वादळी पाण्यावरील उपचारण, ही सामान्यतः बिनकाटकसरीची कार्यपद्धति असते आणि तिचा, परिणाम उपचारण-संयंत्राची कार्यक्षमता कमी होण्यात होतो). पुरेशा प्रमाणात पातळ केल्याशिवाय कोणचेही विषाक्त रसायन मलवाहिनीत प्रस्त्रावित न करण्याचेही त्यानी मान्य केले. प्रक्रिया अपशिष्ट-जलातून ह्या परद्रव्यांचे निष्कासन होण्यास सुविधा मिळावी म्हणून दोन विलगक वापरण्यात आले. तक्तपोशी धुण्याने निर्माण होणाऱ्या स्निग्ध एस्टर प्रकारच्या द्रव्याच्या निष्कासनासाठी एकाचे अभिकल्पन केले होते; दुसऱ्यात सर्व प्रक्रिया जलांचे विलगन करण्याकरता दोन टप्प्यांची यंत्रणा वापरली होती.

व्यक्तिगत उद्योगांच्याबरोबर वारंवार चर्चा केल्यामुळे पूर्वोपचारण संबंधीच्या त्यांच्या वृत्तीत सुधारणा झाली. ह्या सभांमध्ये एकंदर अपशिष्ट-उपचारणाचे उद्देश दाखवून देण्यात आले आणि शहरातील अपशिष्ट-उपचारणास दिलेल्या भेटीमुळे अंतर्ग्रस्त समस्या समजून घेण्यास उद्योगांना बरीच मदत झाली.

कोष्टक १५–२.
उपचारण–संयंत्रावरील एकूण भारण.

गुणधर्म	पूर्वोपचारणाच्या आधी*	पूर्वोपचारणानंतर†
प्रवाह, दर दिवशी दशलक्ष गॅलनात	३.८८	३.३६
BOD दर दिवशी पौंडात	११५३३	१०१३०
तरंगते घनपदार्थ, दर दिवशी पौंडात	९२७६	८१२९

* जून–सप्टेंबर १९५४ मधील सरासरी सहा नमुना घेण्याचे दिवस.
† जून–सप्टेंबर १९५५ मधील सरासरी वीस नमुने घेण्याचे दिवस.

कोष्टक १५–३.
उद्योगांनी चालविलेल्या पूर्वोपचारणांचे निष्कर्ष.

संयंत्र	प्रवाह, दर मिनिटास गॅलन		BOD, दर दिवसास पौंड		तरंगते घनपदार्थ, दर दिवसास पौंड	
	पूर्वोपचाराच्या आधी	पूर्वोपचाराच्या नंतर	पूर्वोपचाराच्या आधी	पूर्वोपचाराच्या नंतर	पूर्वोपचाराच्या आधी	पूर्वोपचाराच्या नंतर
१. संश्लिष्ट रंग व सफाईकामाची गिरणी	८५७	८३८	३०४८	२७३६	३७६	५०९
२. धोबी काम	५०	१००	७१९	२२२	५७६	४३३
३. जुडाई (rendering) संयंत्र	५१	८६	५१४	१९९५*	१७९	१३२३*
४ कुक्कुटपालन संयंत्र	२८	८०	१६२	१८७	१५९	१२२
५. खाटिकखाना व पॅकबंदी संयंत्र †	६.९५		३२२		११८	
६. गिलिट कामाचे संयंत्र	५९	६९	८०	४७	८१	२५

* कार्यक्षमता कमी झालेली नसून पूर्वोपचारणाआधी नमुने घेण्यामुळे वाढ झाली आहे.
† अंतिम सर्वेक्षणाच्यावेळी सुधारणा पूर्णपणे केलेल्या नव्हत्या.

१५-३. विद्यमान संयंत्राचे पुनर्मूल्यांकन आणि त्यात वाढ करण्याकरता सूचना-

ह्या समस्येच्या तांत्रिक सोडवणुकीमधील तिसऱ्या टप्प्याचा, सर्व उद्योगांनी पूर्वोपचारण साधने बसविल्यानंतर नागरी उपचारण-संयंत्रावर येणाऱ्या अंतिम भारांच्या मूल्यांकनाशी, संबंध होता. प्रत्येक संप्रापक (contributing) उद्योगांतील अपशिष्टांचे, त्यांत असणाऱ्या संदूषकांचे भार निश्चित करण्याकरता, अनेकवेळा दीर्घकाल विश्लेषण करण्यात आले. शिवाय, नागरी उपचारण संयंत्रात जाणाऱ्या एकूण भाराचे मापन करण्यात आले (को. १५-२ व १५-३ पहा).

कोष्टक १५-३ वरून वाचकाला दिसून येईल कीं, पूर्वोपचारणानतर विशिष्ट संयंत्रातील अपशिष्टाच्या भारात काहीशी वाढ झाली. जरी सैद्धांतिकरीत्या ही वाढ व्हावयास नको असली तरी प्रत्यक्षात ती अनेक वेळां घडून येते, कारण औद्योगिक परिचालनात विविधता असते. म्हणून ह्या आंकड्यांच्या गटावरून असे दिसते की नक्की भारणे निर्धारित करण्यासाठी असंख्य नमुने बऱ्याच कालावधीत घेण्याची गरज असते. प्रत्यक्ष निर्वाचनात जरी काही थोडे निष्कर्ष दिशाभूल करणारे आहेत असे वाटले तरी त्यामुळे अभियंत्याने निरुत्साही होण्याचे कारण नाही. शिवाय, ह्या विशिष्ट उदाहरणाचा मुख्य उद्देश उपद्रवकारक अपशिष्टे काढून टाकणे, नहून भारण कमी करणे, हा होता. निष्कासन (removal) आणि अपचयन (reduction) हे दोन्हीही अवश्यमेव एकाच वेळी घडून येतीलच असे नाही.

पूर्वोपचाराची साधने बसविल्यानंतर ह्या नूतन प्रदूषण-भाराच्या मापनांत दर दिवशी १४०३ पौंडाइतकी BOD त घट झाल्याचे दिसून आले. उपचारणातील BOD च्या दर पौंडास सरासरी $ १५० या भांडवली खर्चाच्या प्रमाणात ही घट म्हणजे भरीव बचत आहे असे मानावे लागेल. तसेच ह्या मापन केलेल्या भारात, पॅकबंदी संयंत्राचे नूतनीकरण पूर्ण केल्यानंतर लागलीच काढून टाकावयाच्या ३२२ पौंड BOD चा आणि ११८ पौंड तरंगत्या घनपदार्थांचा समावेश होता. पूर्वी होणाऱ्या अनेक उपद्रवांवर उद्योगांनी उपाय योजले होते. पिसे, रक्त, विषाक्त रसायने आणि ज्वालाग्राही द्रव्ये नागरी अपशिष्ट-जलातून काढून टाकल्यामुळे विद्यमान उपचारण-संयंत्राच्या कार्यक्षमतेत वाढ झाली. संयंत्रात अधिक वाढ न करतासुद्धा आता त्यातून सुमारे ८० प्रतिशत् BOD, ७५ प्रतिशत् घनपदार्थ, व ६६ प्रतिशत् रंग एकूण अपशिष्ट-जलातून काढून टाकणे शक्य झाले, कारण पूर्वोपचारण करून उपद्रवी अपशिष्टांचे निरसन करण्यात आले. निश्चितच संयंत्र अतिभारित झाले होते व अशी वस्तुस्थिती असतानासुद्धा ही फलनिष्पत्ति झाली.

निर्मलकारकाचा व पाचित्राचा वाढीव आकार, निस्यंदकातील कंकराचे वृद्धिगत क्षेत्र आणि अंतिम अवमलाच्या हाताळणीच्या साधनांतील वाढीच्या स्वरुपात प्रदूषणाचे जास्तीत जास्त निष्कासन साध्य करण्याकरता आणि संग्राही पाण्याच्या उत्तम वापराचे संरक्षण करण्याकरता संयंत्राच्या क्षमतेत वाढ करावी असे सुचविले होते.

ह्या वाढीकरता अभिकल्पन, सरचन, आणि परिचालन केल्यानंतर, वरील कार्याची क्षमता ९० टक्क्यापेक्षा जास्त वाढली. संयंत्राचे नवीन भाग, तुलनेने कमी खर्चात, बांधण्यात आले आणि कमाल कार्यक्षमतेत कार्यान्वित करण्यात आले; याचे कारण बऱ्याच अंशी उद्योग व नगर-संस्थांमधील उत्तम सहकार्य हे होते.

उपरिनिर्दिष्ट उदाहरणावरून, उद्योगांशी वैयक्तिक सल्लामसलतीचे महत्व किती असते हे दिसून येते व संयुक्त उपचारणातील पूर्वोपाय म्हणून लहान कारखान्यांतील अपशिष्टे घरगुती; वाहितमलाशी सुसंगत राखण्याच्या आवश्यकतेचे निदर्शन होते. तथापि, ह्या पद्धतीने समस्या हाताळताना अपशिष्ट–अभियंत्याला जे परिश्रम करावे लागतात व वेळ घालवावा लागतो त्यांची किंमत कमी लेखता येणार नाही; आणि अशा तऱ्हेने इतका वेळ व शक्ति खर्च करणे पैशाच्या दृष्टीने अभियंत्याला पुष्कळवेळा परवडत नसल्याने ह्या मार्गाचा काटेकोरपणा दुर्दैवाने अनेकवेळा प्रत्यक्षात साध्य करता येत नाही.



: १६ : पूर्ण उपचार केलेली अपशिष्टे नागरी मलव्यवस्थेत सोडणे–

संपूर्ण उपचारण करून उद्योगातील अपशिष्टे नागरी मलव्यवस्थेत प्रस्त्रावित करणे इष्ट असल्याचे उद्योगकर्त्यांना आढळून येईल अशी परिस्थिती अनेक वेळा असते. अवशिष्ट द्रव अपशिष्टांची अंतिम हाताळणी आणि विल्हेवाट करण्याची जबाबदारी घेणारा अन्य कोणी मिळाला तर उद्योगाला अर्थातच ते फायदेशीर होते, कारण सयंत्रात बिघाड होण्याची नेहमीच शक्यता असते आणि त्यामुळे उद्योगाच्या उपचारण–संयंत्रातील अपशिष्टे संग्राहक नाल्यात प्रत्यक्षपणे प्रस्त्रावित करण्यास मान्यता मिळत नाही. म्हणून नागरी उपचारण–संयंत्र नाल्याच्या संरक्षणाचे आणखी एक साधन म्हणून काम देते. बऱ्याच अंतरावरील योग्य जागी उपचारित अपशिष्ट नदीत पंप करून सोडण्यापेक्षा ते जवळच्या नागरी मलवाहिनीत गुरुत्वाकर्षणाने सोडणे उद्योगाला अधिक सोयीस्कर असणे शक्य असते. नगरपालिकेचा कल आणि तिच्या मलव्यवस्था सेवेवर आकारावयाचा दर ह्यांचा, नागरी मलवाहिनी आणि उपचारण–संयंत्राचा उपयोग करण्याविषयीच्या उद्योगांना घ्याव्या लागणाऱ्या निर्णयात, महत्वाचा वाटा असतो. जर नागरी जीवनात उद्योग हा एक अविभाज्य भाग आहे ही वस्तुस्थिति मानली आणि नागरी मल-वाहिनींच्या वापराकरता नाममात्र व वाजवी आकार घेण्यात आला तर शहरातील स्वास्थ्य-विषयक सुविधांचा उपयोग करण्यास उद्योगांना उत्तेजन मिळेल. औद्योगिक अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीची साधने वैयक्तिक पायावर निर्धारित केली पाहिजेत हे पुनः एकदा आम्ही आग्रहपूर्वक सांगतो. प्रत्येक उदाहरण अनन्य असते आणि स्थाननिश्चिति अथवा पूर्वनिर्णय, यांसारख्या बाबीसुद्धा, आपल्या अपशिष्ट–उपचारणाच्या अंतिम मार्गाची निवड करताना, उद्योगावर प्रभाव पाडू शकतात.

संपूर्णपणे उपचारण केलेले अपशिष्ट नागरी मलव्यवस्थेत प्रस्त्रावित करण्यात येत असलेले एक उदाहरण–

विद्युत् आणि यांत्रिकी व्यापारी -यंत्रे बनविणाऱ्या व स्वतःच्या विद्यमान संयंत्राजवळ नवीन संयंत्र उभारत असलेल्या एका उद्योगाचा या चर्चेकरता उपयोग करूया. नवीन संयंत्राची जागा, सोय, निकट शेजार, व उपलब्धता यांच्यामुळे, निवडण्यात आली होती. पण जसे अनेक वेळा घडते तसे, अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीच्या समस्येचा (त्यावेळी) जवळ जवळ काहीच

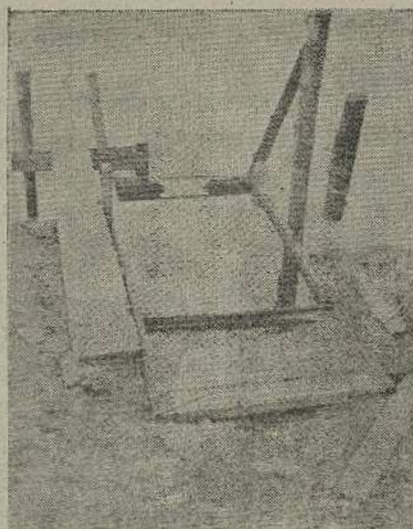
विचार करण्यात आला नव्हता. जरी पूर्वी असे दुर्लक्ष होणे ही नित्य घडणारी बाब असे तरी सुदैवाने अधिक कंपन्या अपशिष्टाच्या उपचारणाला भविष्यकालीन संयंत्रांच्या जागा निवडताना योग्य ते महत्व देत आहेत; कारण नवीन संयंत्राकरता जागेची निवड करण्यापूर्वी अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीसंबंधी सर्व बाबींचा जर विचार केला नाही तर येणारा अनुभव महागडा असतो याची त्यांना जाणीव होऊ लागली आहे.

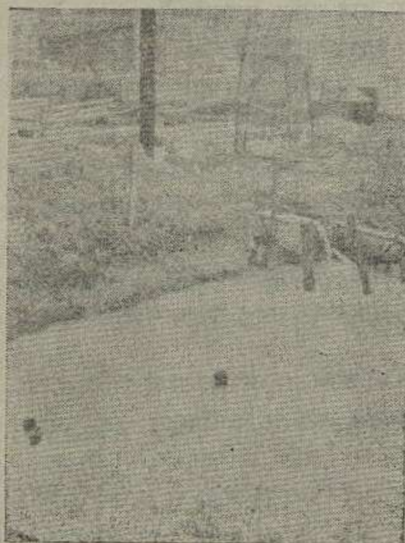
एका लहान गावात ते संयंत्र बसविले आहे आणि तेथील तो एकमेव मोठा उद्योग आहे. जुन्या संयंत्रातल्यासारखेच उत्पादन अनिवार्यतया नवीन संयंत्रातून होईल परंतु ते विस्तृत प्रमाणावर होणार आहे; विद्यमान संयंत्रातून दररोज सुमारे १५०० यूनिट उत्पादन होते आणि दोन धारक (holding) खांजणांच्या मालिकेत सर्व अपशिष्टे उपचार न करता प्रस्त्रावित केली जातात व तेथून ती एका छोटया खाडीत सोडून दिली जातात. नवीन संयंत्रांत मात्र नागरी मलव्यवस्था आणि नागरी प्राथमिक संयंत्राचा उपयोग करण्यात येईल. उद्योगाच्या जागेपर्यंत त्याच्या उपयोगाकरता जरूर तितक्या जादा मलवाहिन्या टाकण्याचे नगरपालिकेने आगाऊ मान्य केले आहे आणि मलवाहिनींच्या संरचनेच्या खर्चाच्या कर्जफेडीकरता तरतूद करून पैसे भरण्याची उद्योगाने कबुली दिली आहे. संपूर्ण अपशिष्ट उद्योगाच्या जागेवरून नागरी उपचारण-संयंत्रात गुरुत्वाकर्षणाने वाहून जाऊ शकते. वास्तविक त्या क्षेत्राचे प्रदेशवर्णन असे आहे कीं, सर्व खाडया नाले आणि भूजलसुद्धा शहराच्या दिशेने वाहतात. शहरसीमेजवळ खोदलेल्या भूमिगत विहिरींतून नागरी जलपुरवठा होतो, व त्याचा मार्ग औद्योगिक संयंत्राची जागा आणि नागरी वाहितमल-उपचारण संयत्र, यांच्यामधून सरळ-सरळ जातो. जर उद्योगाने नागरी मलव्यवस्थेच्या सुविधा वापरावयाच्या नाहीत असे ठरविले तर आपल्या अपशिष्टाचे संपूर्ण उत्पादन सुमारे चार मैलांवरील पुरेसे तनुकरण होत असलेल्या दुसऱ्या संग्राहक नाल्यात २०० ते ३०० फूट उंचीवर पंप करून त्याला सोडावे लागेल.

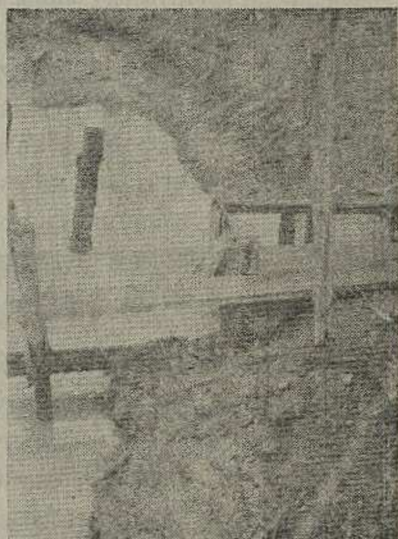
उद्योग यंत्रमंडळाला सध्याच्या संयंत्रात निर्माण होत असलेल्या अपशिष्टांची राशि आणि दर्जा निश्चित करण्याची जरुरी वाटली, कारण त्यावरून कंपनीला भविष्यकालात नवीन संयंत्रातून उत्पादन करण्यात येणाऱ्या अपशिष्टांचा अंदाज घेता येईल आणि नंतर ती अपशिष्टे शहरातील अपशिष्ट-जल उपचारण व्यवस्थेत सोडण्यापूर्वी कराव्या लागणाऱ्या उपचारणाची मात्रा आणि प्रकारांची निश्चिती करता येईल.

१६-१. नमुने घेण्याचा कार्यक्रम-

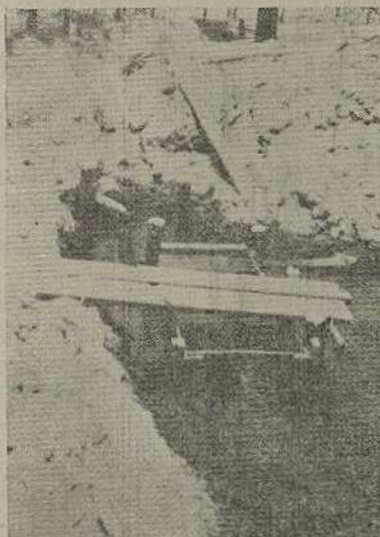
सध्याच्या अपशिष्टांचे नमुने घेणे हा या कार्यक्रमाचा पहिला टप्पा आहे. विद्यमान



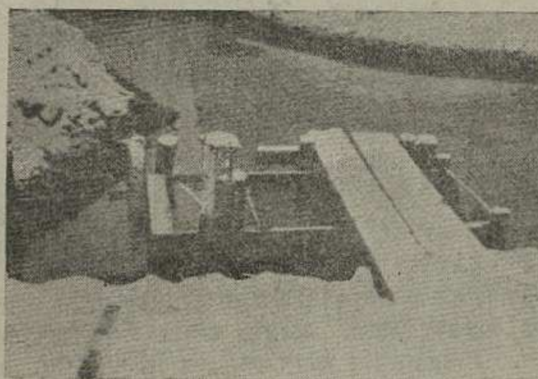




आकृति १६-१. नमुने घेण्याकरता आणि मापनाकरता बांधलेला बांध आणि पेटया दाखविणारी क्र. १ ची नळव्यवस्था (गिलिट कक्षातील अपशिष्ट).

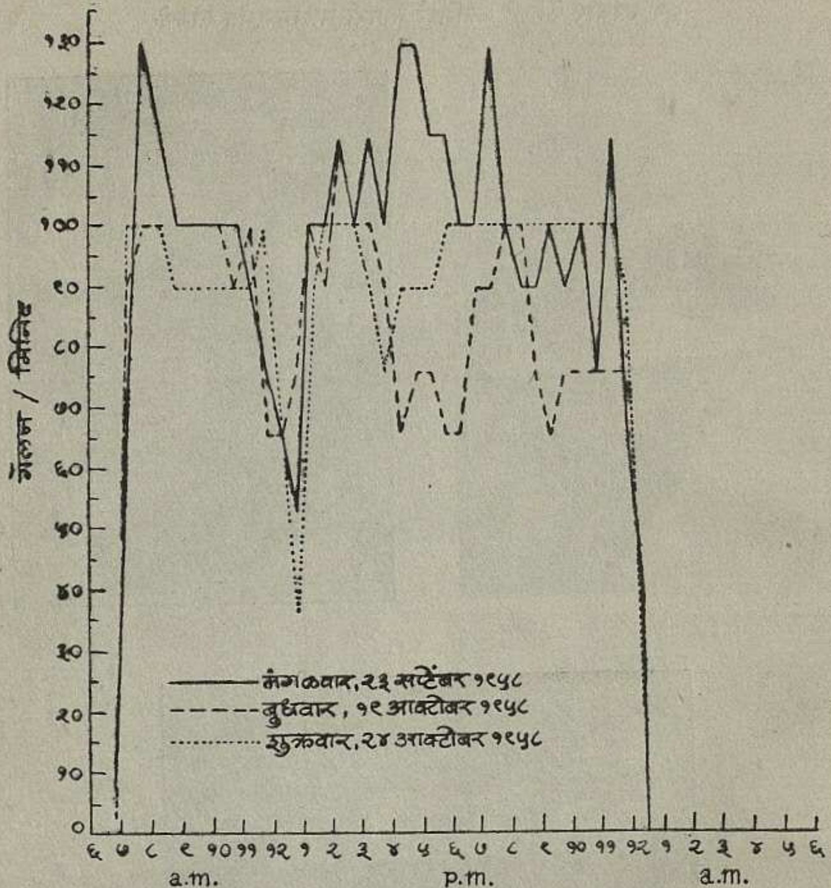






आकृति १६–२. क्रमांक २ ची नळव्यवस्था (अम्लमार्जन–कक्षातील अपशिष्टे).

संयंत्रातील सर्व अपशिष्टे दोन नळांत प्रस्त्रावित केली जातात म्हणून नमुने घेण्याकरता आणि प्रवाह–मापनाकरता नळांवर बांध आणि पेटयांचे संरचन करण्यात आले; ह्या बांधांची व पेटयांची छायाचित्रे आ. १६–१ व १६–२ मध्ये दाखविली आहेत. नळ क्र. १ (आ. १६–१)



आकृति १६–३. अपशिष्ट–जलप्रवाह, बंधारा क्रमांक १.

मधील अपशिष्टे प्रामुख्याने गिलिटकक्षात निर्माण झाली तर अम्लमार्जन कक्षातून नळ क्र. २ (आ. १६–२) मधील अपशिष्टे आली. अवमल प्रस्राव आणि उत्पादनांतील बदलांचा नमुन्यात अंतर्भाव होता. आठवड्यातील रविवारखेरीज प्रत्येक दिवशी २४ तासांच्या कालात प्रत्येक नळातील नमुने घेण्यात आले. तथापि, १९५८ मधील २ महिन्यांच्या कालावधीत.ल निरनिराळ्या आठवड्यातील दिवसांची खालीलप्रमाणे निवड करण्यात आली : सोमवार, ११/१७; मंगळवार, ९/२३; बुधवार, १०/८; गुरुवार, ११/६; शुक्रवार, १०/२४; शनिवार, ११/१५. गिलिट कामाच्या प्रत्येक नळाकरता नमुना घेण्याच्या या दिवसांतील यंत्रांच्या उत्पादनाचे आंकडे को. १६–४ मध्ये दिले आहेत.

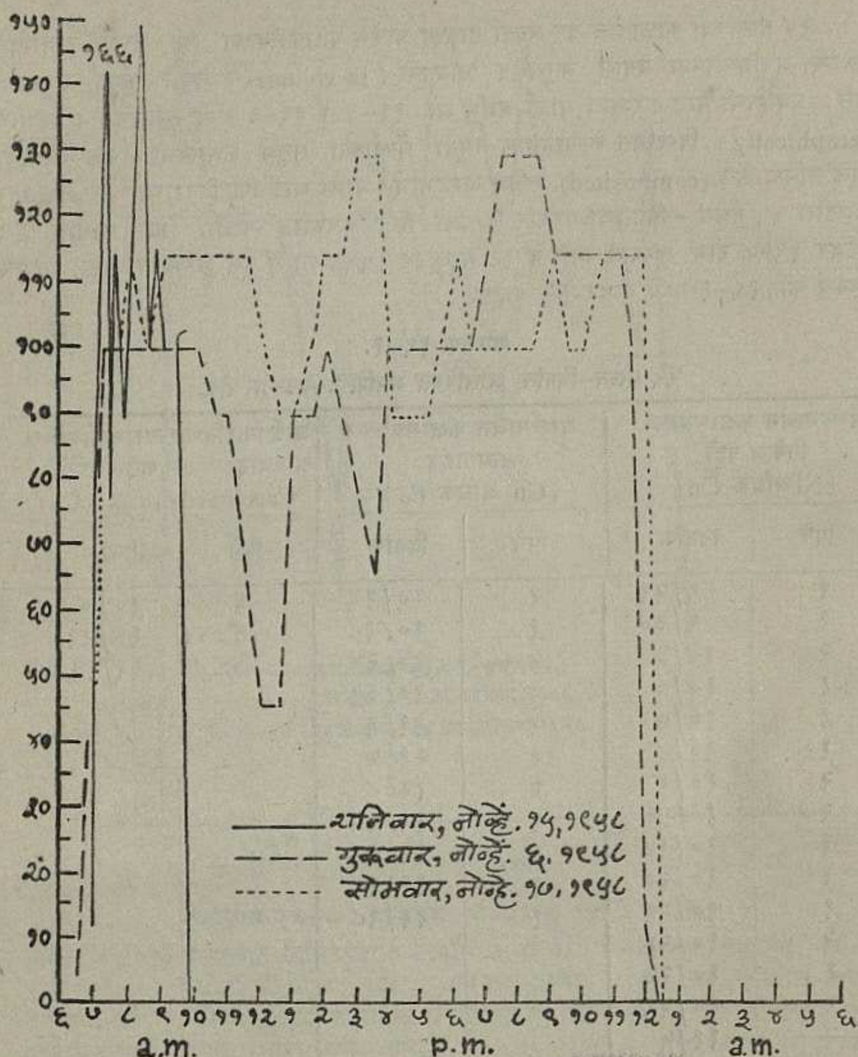
२४ तासांच्या कालातील दर अर्ध्या तासास प्रत्येक बांधपेटीवरून त्या क्षणी प्रस्त्रावित होणाऱ्या अपशिष्टाच्या वेगास अनुसरून आयतनी (in volumes) नमुने गोळा करण्यात आले; प्रवाहाची नोंद करण्यात आली आणि आ. १६–३ ते १६–६ मध्ये लेखाचित्रीय पद्धतीने (graphically) दिग्दर्शित केल्याप्रमाणे नमुना घेण्याच्या संपूर्ण कालावधीत दर तासाला नमुने संमिश्र केले (composited). तसेच अम्लमार्जन आणि शाई फिरविण्याच्या (blacking) कक्षातील ५५ गॅलन – पिपांच्या गटवार ढिगांची नोंद करण्यात आली. ह्या कामास २९ सप्टेंबर १९५८ रोजी सुरवात केली व १८ नोव्हेंबर १९५८ ला ते पूर्ण करण्यात आले; त्याचे निष्कर्ष को. १६–१ मध्ये सादर केले आहेत.

कोष्टक १६–१.

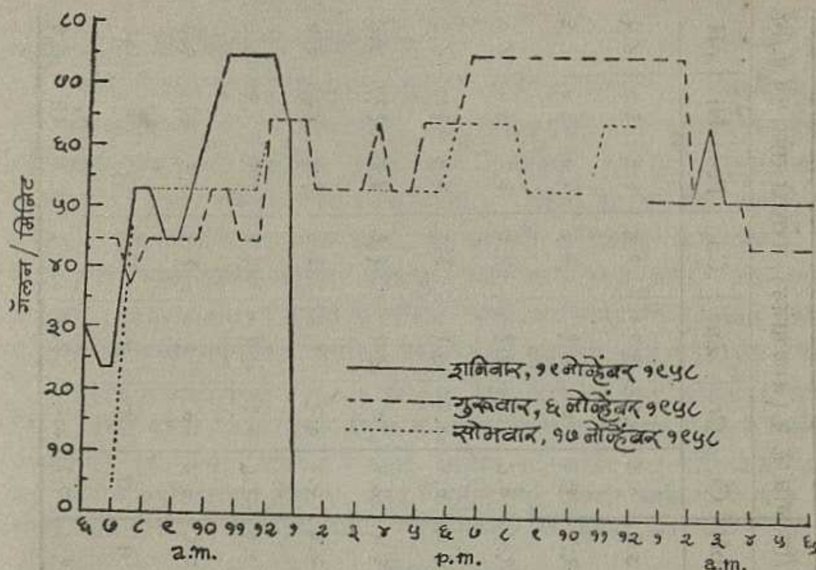
५५ गॅलन–पिपांत, अतिरिक्त अपशिष्ट–गट–प्रस्त्राव.

अम्लमार्जन कक्षामधील निकेल पट्टी (Ni अधिक Cn)		अम्लमार्जन कक्षामधील * सायनाइड (Cn अधिक Fe)		शाई फिरविण्याच्या कक्षामधील सायनाइड (तल कठोरीकरण– Case hardening) (Cn)	
पिपे	दिनांक	पिपे	दिनांक	पिपे	दिनांक
१	९/२१	१	१०/१३	६	१०/७
१	९/३०	१	१०/१८	६	१०/२१
२	१०/३	२	१०/२४	७	११/१३
१	१०/६	१	१०/३१		
१	१०/७	१	११/३		
१	१०/८	१	११/७		
२	१०/९	२	११/८		
२	१०/१३	१	११/१३		
३	१०/१७	२	११/१५		
१	१०/२०	१	११/१५		
१	१०/२१	१	११/१८		
२	१०/२४				
१	१०/२७				
२	१०/२९				
२	११/५				
१	११/६				
२	११/७				
१	११/१५				

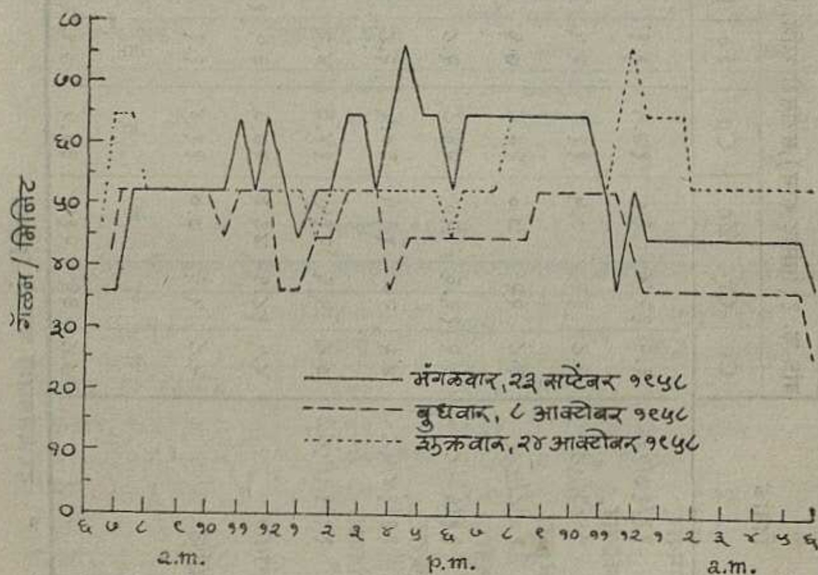
* ढीग सामान्यतः शनिवारी करण्यात आले.



आकृति १६–४. अपशिष्ट–जलप्रवाह, बंधारा क्र. २.



आकृति १६–५. अपशिष्ट–जलप्रवाह, बंधारा क्र. २.



आकृति १६–६. अपशिष्ट–जलप्रवाह, बंधारा क्र. २.

कोष्टक १६–२.

दोन अपशिष्ट–पंक्तींच्या नमुन्यांचे विश्लेषणविषयक निष्कर्ष = धात्वंश* आणि pH

दिनांक	बांध क्र. १ (गिलिट काम), सरासरी राशि, १०० गॅ./मि.							बांध क्र. २ (अम्ल मार्जन), सरासरी राशि, ५० गॅ./मि.						
	Cu	Cr	Zn	Cn	Fe	Ni	pH	Cu	Cr	Zn	Cn	Fe	Ni	pH
सोमवार, ११/१७/५८	३.२	१२.४	१५	१७.१	१.१	५.५	७.६	०.८	०.२८	< १	१.८	०.६	६.०	८.२
मंगळवार, ९/२३/५८	२.८	३२	७.५	११.४	२.५	६.३	९.४	१.६	०	< १	२.३	५.०	६.०	८.६
बुधवार, १०/८/५८	३.८	२२	७.०	२०.८	७.६	५.७	९.८	०.८	०.२	< १	२.३	३.२	७.५	८.०
गुरुवार, ११/६/५८	५.२	१९.६	२०	२६.८	२.८	८.५	८.०	०.४	०.१	< १	३.१	२.६	१३	८.६
शुक्रवार, ११/१४/५८	४.२	२०	१३.५	३०.५	२.८	७.५	६.५	०.४	०	< १	१.३	४.८	११	७.८
शनिवार, ११/१५/५८	७.८	५.६	२१५	१४.३	४.२	३५	२.६	२.२	०.२४	१.७	३.७	१.१	३२	३.०
सरासरी	४.५	१८.६	४६.३	२०.३	३.५	११.३	७.३	१.०	०.१२	< १.०	२.४	२.९	१२.६	७.३
ब्याप्ति	२.८	५.६	७.०	११.४	१.१	५.०	२.६	०.४	०	१	१.३	०.६	६.०	३.०
	ते	ते	ते	ते	ते	ते	ते	ते	ते	ते	ते	ते	ते	ते
	७.८	३२	२१५	३०.५	७.६	३५.०	९.८	२.२	०.२८	१.७	३.७	५.०	३२	८.६

* दर दशलक्षास भागात (ppm).

१६-२. अपशिष्टांचे विश्लेषण-

उद्योगाने स्वतःची प्रयोगशाळा स्थापन करावयाची व अर्हताप्राप्त निरीक्षकांकडून स्वतःच विश्लेषण करावयाचे, असे ठरविले होते. म्हणून लेखकाने एका रासायनिक प्रयोगशाळेचे अभिकल्पन करून ती सुसज्जित करून दिली. उद्योगाने नेमलेल्या अर्हतासंपन्न रसायन-तज्ञांकडून सर्व रासायनिक विश्लेषणे करून घेतली. "स्टँडर्ड मेथड्स फॉर एक्झॅमिनेशन ऑफ वॉटर"- जल परीक्षणाच्या मानक पद्धती, या युनायटेट स्टेट्सच्या सार्वजनिक स्वास्थ्यसेवा विभागाच्या नियमपुस्तिकेस अनुसरून सर्वधातूंचे विश्लेषण करण्यात आले. जड धातूंच्याकरता तात्पुरती (provisional) पद्धति वापरण्यात आली, आणि भरडांचे (meals) आयनीकरण प्रेरित करण्याकरता नमुन्यांच्या प्राथमिक उपचारणाची सुधारित पद्धत वापरण्यात आली.

प्रत्येक उत्पादन पंक्ती (line) तून pH, तांबे, क्रोमियम जस्त, सायनाइड, लोह, आणि निकल यांच्या करता २४ तासांच्या संयुक्त नमुन्यांचे विश्लेषण करण्यात आले. हे विश्लेषणात्मक निष्कर्ष को. १६-२ मध्ये सादर केले आहेत. शिवाय, अम्लमार्जन कक्ष आणि शाई फिरवण्याचा कक्ष, यांतील अपशिष्टांच्या तीन ५५ गॅलन पिपांतून नमुने घेण्यात आले आणि फक्त सायनाइड करता त्यांचे विश्लेषण करण्यात आले. त्याचे निष्कर्ष आ. १६-३ मध्ये दिले आहेत.

कोष्टक १६-३.

अम्लमार्जन आणि शाई फिरविण्याच्या कक्षांतील पिपांमधील सायनाइडचे विश्लेषण (ppm)

नमुना क्रमांक	निकेलची पट्टी	शाई फिरविण्याचा कक्ष	अम्लमार्जन कक्ष
१	४१३४०	३८२२०	५३०४०
२	१९९८०	३८९४०	३४३२०
३		६१३६०	

कोष्टक १६-४.

अपशिष्टांचे नमुने घेण्याच्या दिवसांतील गिलिटकामाच्या पंक्तीतील यंत्रसंचांची संख्या

दिनांक	(निकेल) कथील	क्रोम	जस्त	पिप-कथील (Barrel nickel)	तांबे
सोमवार, ११/१७/५८	२४००	९४०	१५६०	१६५०	७४०
मंगळवार, ९/२३/५८	१९९०	१७२०	१०८०	१८७०	१३४०
बुधवार, १०/८/५८	उत्पादनाची माहिती उपलब्ध नव्हती				
गुरुवार, ११/६/५८	२२९०	१२८०	१६७०	१७००	१५००
शुक्रवार, १०/२४/५८	२३३०	१३८०	१६४०	१८००	३८४०
शनिवार, ११/१५/५८	उत्पादन झाले नाही.				

१६-३. संयंत्रातील उत्पादनाचा अभ्यास-

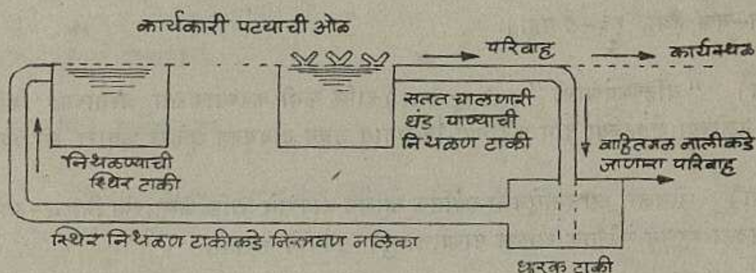
नमुने घेण्याच्या दिवसांतील उत्पादनाची पातळी निश्चित कळण्याकरता उत्पादनाचे तपशीलवार अध्ययन करण्यात आले. त्या माहितीवरून उत्पादन व अपशिष्टाचा प्रस्त्राव, यांच्यामधील संबंध प्रस्थापित करता येतो; नंतर वाढत्या संयंत्र विनिर्मितीतून निर्माण होणारी भविष्यकालीन राशि आणि प्रदूषण भार, यांचे भाकित करणे तुलनेने सोपे जाते. संयंत्रातील रोजचे सध्याचे सर्वसाधारण उत्पादन १३०० ते १७०० यंत्रसंचांच्या व्याप्तीत असते. गिलिट-कामाच्या दरएक पंक्तीतून उत्पादन झालेली सममूल्य यंत्रसंख्या को १६-४ मध्ये दिली आहे.

१६-४. अपशिष्ट कमी करण्याकरता सुचविलेले संयंत्रातील (in plant) फेर बदल-

अपशिष्टाच्या निःस्त्रावातील धातूंची अशुद्धता कमी करण्याचे उपाय निश्चित करण्याकरता संयंत्रातील उत्पादनाचे सर्वेक्षण करण्यात आले. संयंत्रात ५ गिलिट कामाच्या (को. १६-४ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे) पंक्तींचे परिचालन होते; व त्यातून जी अपशिष्टाची राशि संप्राप्त होते ती कमी करण्याच्या दृष्टीने प्रत्येक संयंत्रपंक्तीत काही बदल करण्याची जरुरी आहे, ही वस्तुस्थिती सर्वेक्षणावरून दिसून आली. लेखकाने बदलासंबंधी केलेल्या सूचनांपैकी काही समर्पक सूचनांची रूपरेखा पुढील परिच्छेदांत दिली आहे :

१. **ब्राइट निकेल चक्र** (आ. १६-७ पहा).

(अ) जेव्हा धातूचा भाग गिलिटाच्या स्नानजलातून बाहेर काढण्यात येतो तेव्हां उद्भवणाऱ्या बहिष्कर्षणांची (drag out) राशि कमी करण्याकरता निकेल-गिलिटकामाच्या पंक्तीतल्या शेवटच्या २ फुटांच्या विभागात पाण्याचा धुकेरी फवारा उच्च दाबाखाली मारावा. धुकेरी फवारणीत कामातून (work) (यंत्रभाग) अम्ले आणि धात्विक आयनांचे क्षालन (rinse) करण्याकरता दाबयुक्त पाण्याच्या सूक्ष्म फवाऱ्याचा उपयोग करण्यात येतो. फवारणीत तुलनेने पाण्याची राशि कमी लागते, तरीही पाण्याचा प्रवाह अथवा स्नानाच्या परिणामाप्रमाणेच निव्वळ परिणाम होतो.



आकृति १६–७. धंद्यातील यंत्र–संयंत्रातील निकेल–चक्र प्रक्रियेचा आयोजन आरेख पार्श्वदर्शन–

(आ) निकेल पत्र्याला मुखवटा (make up) म्हणून स्थैतिक क्षालनाचा उपयोग करावा. (क्षालन सतत करण्याऐवजी) स्थैतिक (static) क्षालनाने अपशिष्टात क्षति झालेल्या धातूंच्या संकेंद्रणात जसजसे स्थैतिक क्षालनस्नान बनत जाते तसतसे कामाच्या क्षालनाची क्षमता वाढत्या प्रमाणात कमी होत जाते; नंतर क्षालन जलाचे काही प्रमाणात संकेंद्रण करता येते आणि मुखवटाजल (makeup water) म्हणून गिलिटकामाच्या स्नानात परतवण्यात येते.

(इ) थंड पाण्याच्या क्षालनात उच्चदाबाखाली धारा फवारणीचा (jet spray) उपयोग करावा. धारक टाकीत थंड पाण्याच्या क्षालनाचे पुनराभिसरण करावे, आणि तेथून शक्य तितक्या वारंवार मुखवटाजल म्हणून ते स्थैतिक क्षालनाच्या टाकीत सोडून द्यावे. मलवाहिनीकडे जाणारा एक प्रवाह धारक टाकीत असला पाहिजे. ह्या प्रथेमुळे अपशिष्ट–जल मलवाहिनीत शेवटी निरुपयोगी म्हणून सोडून देण्यापूर्वी त्याचा जास्तीत जास्त उपयोग करता येतो.

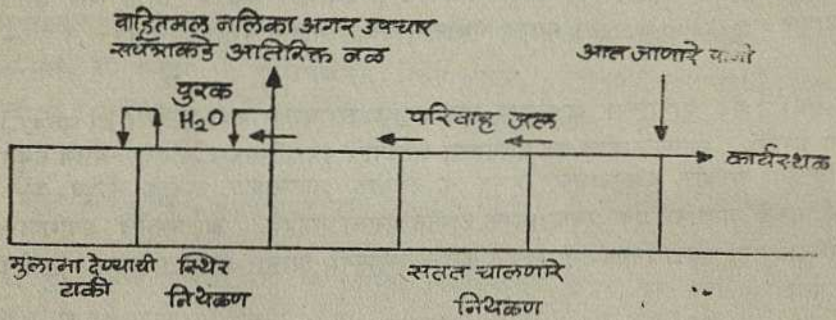
(ई) सायनाइड निमज्जनाच्या (dip) जागी अम्लनिमज्जन वापरावे. अपशिष्ट जलाच्या जैवी उपचारणात सायनाइडे केवळ हानिकारकच असतात असे नव्हे तर जेव्हा ती हायड्रोजन सायनाइड वायूच्या स्वरुपात असतात तेव्हा ती माणसांनासुद्धा धोकादायक व घातक होऊ शकतात. सायनाइडच्या संयुगांचे संकेंद्रण जरी अल्प असले तरीसुद्धा ते माशांना विषकारक होते. कामाला चकाकी आणणे आणि संदूषक जलांचा शेवटचा अंश काढून टाकणे हा सायनाइड–निमज्जनाचा उद्देश असतो. परंतु अनेक उदाहरणांत अम्ल–निमज्जने बदली म्हणून पुरेशी होतात असे सिद्ध झाले आहे. शिवाय ती अधिक काटकसरीची असतात.

२. **जस्त–चक्र** (आ. १६–८ पहा).

(अ) "बहिष्कर्षणाची" (drag out) राशि कमी करण्याकरता जस्ताच्या गिलिट-कामाच्या नळीच्या शेवटच्या दोन फुटांच्या विभागात उच्च दाबयुक्त धुकेरी फवारा सोडावा.

(आ) शीतजल क्षालनाऐवजी स्थैतिक क्षालन वापरावे आणि जस्ताच्या गिलिट–स्नाना-करता मुखवटा म्हणून स्थैतिक क्षालन पाण्याचा पुनः उपयोग करावा.

(इ) थंड पाण्याच्या क्षालनात लहान उच्च दाबयुक्त फवारे वापरा आणि जस्ताच्या गिलिट–टाकीच्या दिशेने प्रत्येक परिवाहित करावा. (ह्यात प्रतिधारा प्रवाहाचे तत्व आचरण्यात येते.) जर क्षालन जलाचा प्रवाह पुरेसा लहान असेल तर गिलिटकामाच्या टाकी करता तो अखेरीस मुखवटाजल म्हणून काम देऊ शकतो. जर जस्ताच्या टाकीत परिवाहासाठी जागा नसेल तर मलवाहिनीत प्रवेश देण्यासाठी गिलिटकामाच्या टाकीजवळच्या थंड पाण्याच्या क्षालन टाकीवर एक परिवाही नळ बसविता येईल.



आकृति १६–८. व्यापार यंत्रसंयंत्रावरील जस्त–चक्र, प्रक्रिया टाक्या; वरून पाहिले असता.

३. **क्रोम सायकल.**

(अ) स्थैतिक क्षालनाकडे पायाडे हालविण्यापूर्वी उच्च दाबाच्या पाण्याचा धुकेरी फवारा सोडावा. त्यामुळे क्रोमच्या गिलिटकामाच्या स्नानातून "बहिष्कर्षण कमी होते.

(आ) क्षालन जलवाहिनीत सोडण्या ऐवजी क्रोमेट गिलिट कामाच्या टाकीत आठवड्यातून दोनदा परतवावा.

४. संयुक्त तांबे व निकेल चक्र.

(अ) जेथे अत्याधुनिक स्वयंचलित निकेल–चक्र (वापरात) असेल तेथे चक्रातील निकेलचा भाग काढून टाकावा.

(आ) ज्या तक्तपोशीवर पडणारे द्रव नंतर मलवाहिनीत सोडण्यात येते त्या तक्तपोशीवरून "बहिष्कर्षण" घडणार नाही अशा प्रकारे नूतन ताम्र–चक्र अभिकल्पित करावे. अडचणीविना कार्यवाही व्हावी याकरताच केवळ हे करावयाचे असते आणि त्याकडे व्यवस्थापकांचे पुष्कळवेळा दुर्लक्ष होते.

(इ) क्षालनापूर्वी "बहिष्कर्षण" कमी व्हावे म्हणून ताम्र-सायनाइड गिलिटकामाच्या टाकीच्या अखेरीस उच्च दाबयुक्त पाण्याचा धुक्यासारखा फवारा वापरावा.

(ई) गिलिट–स्नानाच्यानंतर स्थैतिकक्षालन विद्यमान प्रवाही क्षालनाऐवजी बसवावे.

(उ) गिलिट–स्नानाकरता मुखवटा म्हणून स्थैतिक क्षालनाचा वापर करावा.

५. पीप– (barrel) निकेल चक्र.

(अ) सध्या वापरात असलेल्या दोन सतत वाहणाऱ्या क्षालनांपैकी एकाच्या जागी अम्ल-निकल गिलिट-टाकीच्या मागोमाग स्थैतिक क्षालक बसवावा.

(आ) अम्ल-निकल गिलिट-टाकीकरता मुखवटा म्हणून स्थैतिक क्षालन टाकीतील अंतर्वस्तूंचा पुनः वापर करावा.

६. कज्जलीकरण कक्ष – (Blacking room)

वितळवलेल्या सायनाइड तल–कठोरीकरण (case hardening) टाकीच्या जागी कार्ब्यूरो नांयट्रायडिंग विद्युत् भट्टी बसवावी. त्यामुळे तलकठोरीकरण प्रक्रियेतील सायनाइडमुळे होणाऱ्या प्रदूषणाचे निरसन होईल.

७. **निकालाचे पट्टिकाकरण (stripping).**

निकलाचे पट्टिकाकरण अगदी कमी करता येईल तितके कमी करावे अगर ते संपूर्णपणे वगळावे. अपशिष्टातील सायनाइडच्या उच्च टक्केवारीचे हे मूलस्थान असते. (को. १६-१ व १६-३ पहा).

१६-५. नागरी अपशिष्ट-जलावरील उपचारांचे संयंत्र-

अवमलाच्या पाचनाची स्वतंत्र सोय असलेले नगरपालिकेजवळ प्राथमिक उपचारण संयंत्र आहे. निस्तारण संयंत्रातील घटक खाली दिले आहेत :

३० इंची अंतःस्त्राव नळ; १ इंची शलाका जाळी (यांत्रिकी सफाई, ३० मिनिटांचा समय-स्विच); दोन सहाय्यक भुजांना साफ करण्याच्या शलाका जाळ्या (सध्या वापरात नाहीत); चाळाची चक्की (दररोज ३ वेळा वापरण्यात येते, पीठ प्रवाहात परत सोडले जाते); दोन कंकर कक्ष (स्वच्छ करण्याकरता प्रत्येक महिन्यातून एकदा बंद ठेवले जातात); प्रवाह मापनासाठी पार्शल फ्ल्यूम; दोन आडव्या अवस्थापन द्रोण्या (समांतर रेषेत परिचालन होते); क्लोरिनीकारक (द. दि. ७५० पौंड क्षमता, उन्हाळ्यात प्राक् क्लोरिनीकरण करण्यात येते); दोन न हालणारी झांकणे असलेले पाचित्र (दररोज त्यातील अंतर्वस्तू ३५ मिनिटे फिरविण्यात येतात, दर दोन आठवड्यांनी अवमल काढून टाकण्यात येतो); वायुधारक गॅस बॉयलर, अधिक सहाय्यक तेलाचा बॉयलर (जेव्हा आणि जर पाचित्रातून गॅस मिळाला नाही तर) फक्त हिवाळ्यात वापरण्यात येतात; दोन ऊर्ध्व प्रकाराचे अपशिष्ट-जल पंप (क्षमता : द. दि. ४ द. ल. गॅलनचे ३, द. दि. २ द. ल. गॅलनचा १; कार्यक्षमता * १०० टक्के); दोन अवमल पंप (दुहेरी संच दररोज सकाळी पाचित्रात पंप करतात). संयंत्रातील निःस्त्राव B वर्गाच्या नाल्यात सोडण्यात येतो (स्नान अगर मनोरंजनाकरता उत्तम उपयोग).

---

* सामान्य परिचालन कार्यक्षमता ६० ते ८० प्रतिशत्.

कोष्टक १६–५

नागरी निस्तारण संयंत्रातील* अपशिष्ट जलाचा अंतःस्त्राव

महिना	१९५६		१९५७		१९५८		१९५७	१९५८
	सरासरी प्रवाह द. दि द.ल. गॅलन	तरंगते घन पदार्थ ppm	सरासरी प्रवाह द. दि द.ल. गॅलन	तरंगते घन पदार्थ ppm	सरासरी प्रवाह द दि द. ल गॅलन	तरंगते घन पदार्थ ppm	BOD, † ppm	BOD, ‡ ppm
जानेवारी	५.२५	१३८	५.५२	६६	५.२०	९५	२४	२५
फेब्रवारी	५.१९	१३५	५.३९	७८	५ ०६	८७	२९	१०८
मार्च	८ ४७	७०	६.०६	८२	७.३१	४५	३०	७७
एप्रिल	८.६७	५३	६.३६	७२	८.३०	७५	३२	३२८
मे	६.३९	८१	५.५५	९५	७.१२	१२४	३९	१३२
जून	५.३३	८०	४ ९८	८९	६.४७	५९	४४	८८
जुलै	०.७१	९४	४.६९	११२	५.२३	०८	४२	८०
ऑगस्ट	४.०७	१२९	४.२६	९९	४.५७	९९	६४	१४२
सप्टेंबर	३.८०	१२८	३.९४	१७४	४.४४	९०	४४	१३१
ऑक्टोबर	४.१७	१३९	३ ५९	१३५			७१	
नोव्हेंबर	३.८४	१२३	३.३६	१३८			६१	
डिसेंबर	४.८३	९५	४.५८	१५०			७४	
सरासरी	५.४०	१०५	४.८६	१०८			४६	

* वादळी जलाचा बऱ्याच प्रमाणात समावेश आहे.

† एकापेक्षा जास्त वेळा दर महिन्यात नमुने घेतले.

‡ दर महिन्यात नमूने एकदा घेतले.

कोष्टक १६–६

नागरी निस्तारण संयंत्रातील अवसादन संचांची कार्यक्षमता १९५७

स्वास्थ्यविषयक गुणधर्म	कमाल	किमान
प्रवाह, दर दिवशी दशलक्ष गॅलन	६.७८	३.२८
अनुपचारित तरंगते घनपदार्थ, ppm	३५६	५२
अंतिम तरंगते घनपदार्थ, ppm	१२६	२४
तरंगत्या घनपदार्थांचे निष्कासन %	७५	३५
अनुपचारित BOD, ppm	७३.५	२४.५
अंतिम BOD, ppm	५८.५	१४.७
BOD चे निष्कासन, %	६३	२०

कोष्टक १६–७

नागरी निस्तारण संयंत्रामधल्या अवमलातील घनपदार्थांचे विश्लेषण, १९५८

महिना	अनुपचारित अवमल		पाचित अवमल	
	एकूण घनपदार्थ %	बाष्पशील द्रव्ये %	एकूण घनपदार्थ %	बाष्पशील द्रव्ये %
जानेवारी	३.८५	८५	७.९	५६
फेब्रुवारी	५.०	८४	७.७	५६
मार्च	३.५	९४	८.५	६०
एप्रिल	३.५	८३	९.५	५९
मे	४.६	८५	८.०	५९
जून	३.८	८०	१०.१	५४.५
जुलै	४.५	८३	८.०	५९
ऑगस्ट	४.४५	७६	८.८	५५
सप्टेंबर	४.६	८१	९.५	५८

कोष्टक १६–८

नागरी निस्तारण संयंत्रातील पाचित्रात उत्पादित झालेला वायू –

साल	वायूचे एकूण उत्पादन – घनफूट
१९४८	६२५३८८३
१९४९	६४७५२३६
१९५०	६४६४५१६
१९५१	६३५०२७३
१९५२	५६९९८३९
१९५३	६२२०९३७
१९५४	५९९४२७९
१९५५	५९६४३००
१९५६	५४६३१०८
१९५७	५५६२३२१

कोष्टक १६–९

अवमल *पाचन होणाऱ्या अनुपचारित अवमलातील धातूंच्याकरता विषाक्त सीमा–

धातु / संदर्भ संख्या	१	२	३†	४	५	६	७	८	९
क्रोमियम	५.०	५.०	०.०५			१.०		१.५	
सायनाइड	२.०	१.०	०	०.१	१-१.६				
तांबे	१.५	१.०	०.३०	०.२		१.०	०.७		
लोह	५ ०								
जस्त	–	५.०	०.३	०.३					>५.०
निकल	–		२.०						

* संकेंद्रणे ppm मध्ये दिली आहेत. ह्या प्रकरणाच्या अखेरीस संदर्भांची सूची दिली आहे.

† नाले आणि मलवाहिन्यांच्या करता –

कोष्टके १६-५, १६-६, १६-७ आणि १६-८ मध्ये ह्या संयंत्राच्या अलिकडील परि-चालनाची माहिती दिली आहे. अवमलाच्या पात्रांच्या संबंधी काळजीपूर्वक विचार करावा; भारणाच्या विद्यमान परिस्थितीकरता त्यांचे भरपूर अभिकल्प केलेले असल्याचे दिसून येते; सुमारे ५१००० घ. फू. एकूण राशीची त्यात तरतुद करण्यात आलेली आहे. सक्रिय पाचना-करता १७५०० घ. फु. ची गरज लागावी; उरलेले ३३५०० घ. फु. अवमल साठवण्याकरता अगर सुमारे ५३ दिवस पाचन झालेल्या अवमलाच्या साठयासाठी उपयोगात आणता येतील. ह्या संयंत्राच्या स्थानाजवळ हिवाळयातील प्रदीर्घ महिन्यात परिचालनाला हे थोडेसे काळजी-दायक होते, कारण त्यावेळी उघड्या शुष्क संस्तरांवर अवमल पंप करता येत नाही. अपशिष्ट जलातील विषाक्त धातूंच्या अस्तित्वामुळे सक्रिय पाचन मंद होते आणि परिस्थिती आणखी गंभीर बनते.

१६-६ धातूंच्या विषाक्त सीमा-

ह्या विषयावरील साहित्यावरून असे दिसून येते की, धातूंची अल्प संकेंद्रणे सुद्धा अवमल पाचन क्रियेत बाधा आणू शकतात. को. १६-९ वरून असे दिसते कीं, सामान्यतः Cu, Cn अथवा Cr, 1 ppm पेक्षा आणि Zn अथवा Ni, 2 ते 5 ppm पेक्षा जास्त वाहितमल संयंत्रातील अंतःस्त्रावात असू देऊ नयेत.

१६-७ औद्योगिक अपशिष्टांवरील उपचार -

१ ला टप्पा :- अनुच्छेद १६-४ मध्ये केलेल्यां शिफारसीप्रमाणे अपशिष्टातील बहिष्क-र्षण आणि धातूंचे अतिसंदूषण कमी करावे. सर्व क्रोमियम, सायनाइड, आणि अम्ल वा क्षारीय औद्योगिक अपशिष्टे पृथक करावी आणि संयंत्रातून औद्योगिक अपशिष्ट-उपचारण संयंत्रात वेगवेगळया नळयांतून सोडावी. तेले आणि वंगण, तसेच घनपदार्थ काढून टाकण्यासाठी तरंगक प्रकारचा संच वापरावा. ही टाकी समानीकरणाचे साधन म्हणूनही काम देईल. तरंगणकारक-समानीकारकातील तरंगते पदार्थ संकेंद्रण टाकीत सोडण्याऐवजी जाळून टाकता येतील. अशा रीतीने तेल आणि वंगणाचा साका काढून जाळून टाकता येईल अगर अन्य संचात संकेंद्रित करता येईल.

आकृति १६–९ अपशिष्ट–उपचारणातील अनुक्रम पहिला टप्पा अतूट रेषांनी दाखविला आहे आणि दुसरा टप्पा तुटक रेषांनी दाखविला आहे.

संकेंद्रण टाकीत अवमल पंप करावा. तेथून तो पूतिकुंड (Septic tank) स्वच्छ करण्याच्या ट्रकमधून कचरा टाकण्याच्या जागेवर नेण्यात येतो. संकेंद्रण टाकीतील अधिद्रव (Supernatent) उपचार संयंत्राच्या चक्राच्या सुरवातीस परतवण्यात यावे.

दुसरा टप्पा :– जर नगरपालिकेने ठरवलेल्या अगर अनुच्छेद १६–६ मध्ये लेखकाने दिलेल्या मानकांस अनुसरून औद्योगिक उपचारण संयंत्रातील निःस्राव नसेल तर आ. १६–९ मधील आयोजन आरेखात रूपरेखीत केल्याप्रमाणे अन्य उपायांनी अपशिष्टावर आणखी उपचार करावेत. सुरवातीलाच संपूर्ण उपचारण संचाचे तपशीलवार अभिकल्पन करावे, आणि नूतन

संयंत्राची संरचना करण्यापूर्वी नगरपालिका आणि राज्य शासनाला दोन्ही टप्प्यांची (अभि-कल्पने) सादर करावी. तसेच, नमुने घेण्याचा आणि विश्लेषणाचा कार्यक्रम पुरा झाल्यावरच आणि जर त्या विश्लेषणावरून २ ऱ्या टप्प्याच्या उपचारणाची आवश्यकता आहे असे दिसून आले तरच २ ऱ्या टप्प्यातील कामात समाविष्ट असलेल्या संचांचे संरचन करण्यात येईल अशी करारात नोंद केलेली असावी. को. १६-९ मध्ये दाखल केलेल्या संकेंद्रणापेक्षा ते ज्या अप-शिष्टांत जास्त आहे ती अपशिष्टे नागरी मल व्यवस्थेत सोडण्यात येणार नाहीत असे अनुबंधित (Stipulate) करावे.

नमुने घेण्याचा आणि विश्लेषण करण्याचा कार्यक्रम-

नमुने घेण्याच्या व विश्लेषण करण्याच्या संपूर्ण कार्यक्रमाकरता खालील नमुनें गोळा करावेत.

नमुना केंद्र १ – औद्योगिक अपशिष्ट उपचारण संयंत्राजवळील तपासकुंडीतून घेतलेल्या नमुन्यातील औद्योगिक संयंत्रातला रोजचा संमिश्र निःस्त्राव.

नमुना केंद्र २ – नागरी उपचारण संयंत्रातील वाहितमल अंतःस्त्रावाचे रोजचे समिश्रण.

नमुना केंद्र ३ – नागरी उपचारण संयंत्रातील पाचित्रात सोडण्यापूर्वीचा रोजचा संमिश्र अनुपचारित अवमल.

नमुना केंद्र ४ – नागरी उपचारण संयंत्रातील पाचित्रातील आठवड्याचा संमिश्र अवमल.

हे नमुने गोळा केल्यानंतर खालील विश्लेषणे करावीत.

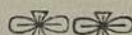
(अ) सायनाइड, (आ) जस्त, (इ) क्रोमियम, (ई) निकल.

१, २ व ३ या केंद्रांच्या जवळील प्रवाहाच्या राशींची रोज नोंद करावी. ३ ऱ्या केंद्रा-जवळ गोळा केलेल्या अनुपचारित संमिश्र अवमलातील एकूण सेंद्रीय घनपदार्थांचे निर्धारण करावे.

संदर्भ :-

१ सुवेज वर्क्स जर्नल, २१,३,५२२ (मे १९४९)
२ सुवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२,९,१९५७. (सप्टेंबर १९५०)
३ पाचव्या दक्षिण नागरी व औद्योगिक अपशिष्टासंबंधी संमेलनाचे कामकाज, २१६ (१९५६)

४ गिलिटकाम, ४२,७१ (१९५५)
५ वॉटर अँड सॅनिटरी इंजिनिअर, ४,२४९ (१९५३)
६ कॉनेक्टिकट राज्य जल आयोग, ८ वा अहवाल, १९३८–१९४०
७ सुवेज वर्क्स-जर्नल, १३,६,१२४८ (मार्च १९५०)
८ सुवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२.३,३३६ (मार्च १९५०)
९ केमिकल ॲब्स्ट्रॅक्टस, ४४,५, २१५२ (१९५०).



: १७ :

अनुपचारित अपशिष्ट नाल्यात सोडणे

मानवी आणि औद्योगिक अपशिष्टे प्राप्त करणे आणि ती दूर वाहून नेणारी वाहिनी म्हणून काम करणे हा जलनालीच्या कायदेशीर उपयोगापैकी एक उपयोग आहे. पूर्व उपचार न केलेले बरेचसे अपशिष्ट सामाऊन घेऊ शकतील आणि त्यात लक्षणीय बिघाड न होता (अपशिष्टांचा) भार दीर्घ काल वाहून नेऊ शकतील अशा संग्राही जलनाल्यांची अजूनही अनेक उदाहरणे आहेत; तथापि त्यांची संख्या कमी होत आहे. जरी त्यांच्या बाबतीत वसाहतींना सामान्यपणे औद्योगिक अपशिष्टावर उपचार करावयाची गरज नसली तरीही (नाल्यामुळे तनुकरण होते अगर कसे अथवा त्याचा कोणता उपयोग करण्यात येत आहे ह्या गोष्टींचा विचार न करता) अनुपचारित अपशिष्टे नाल्यात बेछूटपणे सोडून देण्यास परवानगी देऊ नये. संग्राही नाल्याची विद्यमान अवस्था आणि भविष्यकालीन उपयोगासंबंधी कार्यक्षम आणि प्रमाणपत्रित स्वास्थ्य अभियंत्यानी तपशीलवार सर्वेक्षण केल्यानंतरच अनुपचारित अपशिष्टे त्यात सोडून देण्यास अनुमती द्यावी. तसेच पाण्यावर क्षेत्राधिकार असलेल्या राज्यसंस्थेची मान्यता अनुपचारित अपशिष्टे प्रस्त्रावित करण्यापूर्वी घेण्यात यावी.

जसजशी लोकसंख्या वाढत जाते व लोकांच्या गरजा पुऱ्या करण्याकरता उद्योगांचा विस्तार केला जातो तसतसा नद्यांत अनुपचारित अपशिष्टे प्रस्त्रावित करण्याच्या संधी कमी होऊ लागतात, कारण पाण्याच्या वापराकरता अधिक स्पर्धा निर्माण होते. आणि नाल्यांच्या उपयोगात वाढ होते. अपशिष्टाच्या उपचारणाची गरज (आणि तिची व्याप्ती) वाढते आणि प्रायः लोकसंख्येतील वाढीपेक्षा ही वाढ अधिक जलद होते.

अपशिष्टावर उपचार न करता अनेक वर्षे परिचालन केल्यानंतर ते कमी करण्याच्या प्रथेपेक्षा प्रारंभीच अपशिष्ट–उपचारणाचे उपाय योजणे उद्योगाला मानसशास्त्रदृष्ट्या अधिक

सुलभ होते. ही गोष्ट लक्षात घेऊन कंपनीच्या अपशिष्ट–उपचारणाच्या गरजांकडे पाहण्याचा सध्याच्या तिच्या कलाकडे दुर्लक्ष करून भविष्यकालीन प्रदूषण कमी करण्याच्या उपायांचा कार्यक्रम ठरविणे हे संयंत्र अभियंत्याला अत्यावश्यक असते.

उद्योगाच्या मालकीच्या जागेत निर्माण होणाऱ्या व सार्वजनिक जलनाल्यांत जाणाऱ्या अपशिष्टांचे बाबतीत सामान्यतः कायद्याने उद्योगावर जबाबदारी पडते. उपद्रवकारक अपशिष्ट जलावर उपचारांची तरतूद न करणाऱ्या उद्योगावर समाज अनुकंपा दाखवीत नाही. म्हणून उद्योगातील अपशिष्टे जवळच्या नाल्यात तशीच सोडून देण्याचे ठरविण्यापूर्वी कायदेशीर इलाज व विरुद्ध लोकमताच्या संभाव्यतेचा त्या उद्योगाकडून काळजीपूर्वक विचार होणे श्रेयस्कर असते.

अनुपचारित अपशिष्ट नाल्यात थेट प्रस्त्रावित केल्याचे एक उदाहरण –

एका लहान गावात अम्ल-मार्जन प्रक्रिया (लोणची तयार) करणारी कंपनी स्थापन झाली आहे. कारखान्यातील आणि नागरी अशी दोन्हीही अपशिष्टे जवळच्या नाल्यात सोडून देण्यात येतात. वसंत ऋतूत मासे मरणे ही तेथील दर वर्षाची समस्या बनून राहिली आहे. अपशिष्टांच्या उपचारणाकरता अपूर्णतया अभिकल्पित केलेली आणि परिचालन अकार्य–क्षमतापूर्वक होत असलेली इमहॉफ टाकी नागरी व्यवस्थेत उपयोगात आणली आहे. अम्ल–मार्जन (लोणची तयार) करणाऱ्या कंपनीच्या अपशिष्टावर उपचार करण्यात येत नाहीत. नागरी व्यवस्था आणि अम्ल–मार्जन कंपनी, या दोघांनीही पुरेसे सुधारित उपाय योजण्या–संबंधी हा प्रकल्प आहे. आमच्या अभ्यासातील प्रमुख बाब अम्ल–मार्जनाच्या (लोणच्याच्या) कारखान्यातील अपशिष्टे हाताळणे ही आहे.

१७–१ अम्ल-मार्जन प्रक्रिया आणि तीतील अपशिष्टे–

" हरित मोसमात, " मे ते जुलै या महिन्यात एक ते चार इंच लांबीच्या काकड्या खुडून अम्ल–मार्जन कंपनीत पाठविण्यात येतात आणि ५००० गॅलन क्षमतेच्या उघड्या लाकडी बरण्यात (vats) साठवून ठेवण्यात येतात. गैरमोसमी अगर वापर न करण्याच्या काळात ह्या बरण्या ५० पौंड चुनामिश्रित पाण्याने भरून ठेवण्यात येतात. चुन्यामुळे त्या " शर्करित " (Sweeten) होतात आणि त्यामुळे लाकूड फुगून जोड गच्च बसतात. हरित मोसमात बरणीत काकड्या भरता याव्या म्हणून ती रिकामी केली जाते आणि त्यातील चुनामिश्रित

पाणी मलवाहिनीत सोडून दिले जाते. अशा प्रकारे चुनाजल हा वसंतऋतुतील प्रस्त्रावित अप–शिष्टाचा पहिला प्रकार असतो.

नंतर बरण्यात १५ टक्के लवण द्रावण भरण्यात येते. त्यात काकडया घातल्यानंतर काकडया बुडून राहण्यासाठी बरण्यावर झाकणे लावली जातात. बरण्यात काकडया भरल्यानंतर सुमारे एक आठवडयाने सक्रिय किण्वन क्रिया सुरू होते व ह्याबरोबरच वायुउत्पादन होते व फेस येऊ लागतो. अदमासे एक आठवडयापर्यंत अत्युच्च प्रमाणात किण्वन होते आणि नंतर ती क्रिया हळूहळू बंद पडते. काकडयां सुमारे ३ महिने लवणात राहू देण्यात येतात आणि नंतर आकारानुसार त्या वेगळ्या केल्या जातात व परत बरण्यात भरण्यात येतात. अपयुक्त (spent) लवण मलवाहिनीत सोडले जाते व हे अपशिष्टाचे द्वितीय उत्पत्तिस्थान बनते.

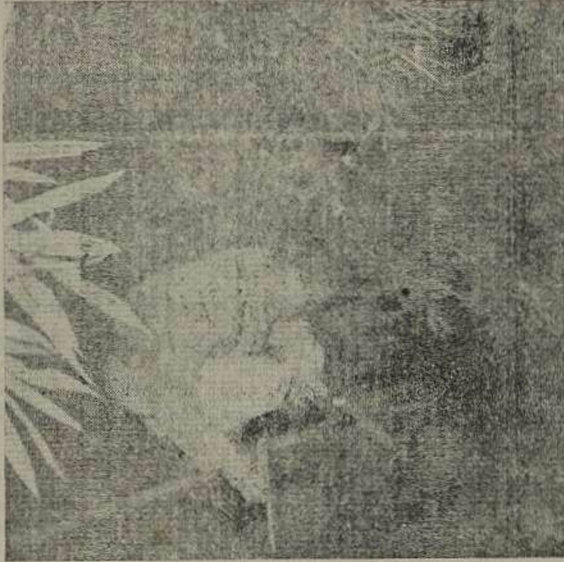
लवण-बरण्यातून वेगळ्या केलेल्या काकडया लाकडी टाक्यात भरण्यात येतात. त्यांना रंग चढावा, त्या फुगाव्यात आणि मुरावयात म्हणून त्यात हळद (टयूमेरिक) व तुरटी मिसळण्यात येते. शिवाय लोणच्याची हालचाल सारखी व्हावी म्हणून पंप करून हवा टाकीत सोडण्यात येते. ही क्रिया सुमारे ८ तास चालू राहते आणि नंतर हळदीचे व तुरटीचे पाणी मलवाहिनीत सोडून देण्यात येते. हे अपशिष्ट जलाचे तिसरे महत्वाचे निर्मिती स्थान बनते काकडयांची प्रक्रिया गोड लोणच्यासाठी असो वा आंबट लोणच्यासाठी असो त्यांच्यावर करण्याचे उपाय येथपर्यंत सार–खेच असतात. यानंतर मात्र ते भिन्न प्रकारचे असतात.

जर फोडींचे गोड लोणचे घालावयाचे असेल तर फिरत्या कात्र्या आणि जाळीचे पाश बसविलेल्या टाकीत त्या नेण्यात येतात. फिरत्या कात्र्यांनी लोणच्याच्या (काकडयांच्या) काचऱ्या होतात व त्याचवेळी पाण्याच्या धारेत त्या धुतल्या जातात. धावन जल, बिया, व लोणच्यातले कांही छोटे तुकडे जाळयातून मलवाहिनीत जातात आणि हे अपशिष्टाचे चवथे उद्भवस्थान बनते; आणि त्यात तरंगत्या सेंद्रीय द्रव्याची सर्वात जास्त राशि असते. नंतर काप व लहान फोडी शिरका (व्हिनेगार) आणि साखर घातलेल्या बरण्यात भरण्यात येतात. सुदैवाने लोणचे काढून घेत–ल्यावर हे द्रावण सामान्यतः अपशिष्ट म्हणून फुकट जाऊ दिले जात नाही.

खाऱ्या लोणच्याच्या फोडीसुद्धा पाण्यात धुण्यात येतात आणि त्यावेळी धावन जलातून कांही बिया आणि तुकडे वाया जातात. हे लोणचे नंतर शिरका (व्हिनेगार) वनस्पती आणि अगदी थोडी साखर घातलेल्या बरण्यात भरून ठेविले जाते. ह्या बरण्यांतून सामान्यपणे कांहीही द्रव्य वाया जात नाही कारण त्यातील द्रव पुनः पुनः वापरण्यात येतो.

नंतर, खारी व गोडी लोणची बरण्यात पॅकबंद करण्यात येतात. त्यावेळी जरूरीप्रमाणे साखरपाक अथवा शिरका (व्हिनेगार) मिसळण्यात येते. बडीशेपी (dill) लोणच्याकरता

लवण बडीशेपी द्रावण त्यात घालण्यात येते. मोहोरबंद बरण्या पाण्याने धुण्यात येतात. हे धुतलेले पाणी अपशिष्टाचे पांचवे प्रमुख उत्पत्तिस्थान असते आणि त्यात साखर, मीठ, व्हिनेगार आणि बडीशेप यांचे अंश असतात.



आकृति १७–१ अम्ल–मार्जन (लोणच्याच्या) कारखान्यातील निःस्त्रावातील अपशिष्टाच्या प्रवाहाची राशि व pH यांचे मापन लेखक करत आहे.

नंतर बरण्या पाश्चरीकारकात ठेवण्यात यतात. तेथे विशिष्ट संपर्ककालापर्यंत त्यांच्यावर उकळते पाणी ओतण्यात येते. हे गरम पाणी फुकट जाते, आणि जरी त्याचे उच्चप्रमाणात संदूषण झालेले नसले तरी त्याची राशि बरीच असते आणि त्याच्या तपमानामुळे संग्राही पाण्याची हानि करणारे ते एक द्रव्य बनते.

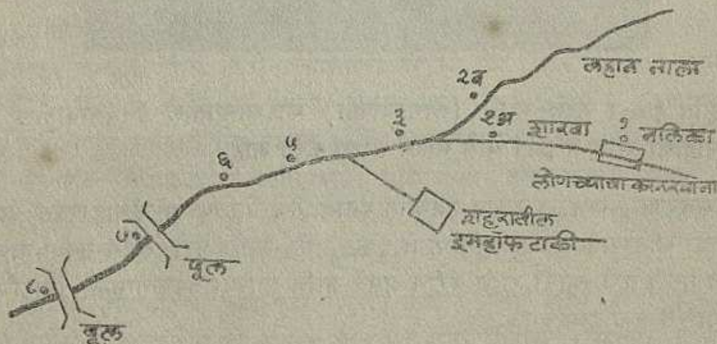
विसंक्रमणाचा (sterilization) टप्पा ओलांडल्यानंतर बरण्यांवर चिठ्या डकवून त्या पॅकबंद केल्या जातात व जगभर उपभोक्त्यांच्याकडे पाठविण्यात येतात.

संयंत्रातील अपशिष्टांचे संक्षेपात वर्णन करावयाचे झाल्यास आपणास असे म्हणता येईल की काकडीचे अम्ल–मार्जन (लोणचे) करण्यातून पाच महत्वाची अपशिष्टे पैदा होतात;

त्यापैकी कोणाच्याही एकाचा परिणाम संग्राही पाण्याचे मोठ्या प्रमाणात प्रदूषण होण्यात होतो. चुना, मीठ, तुरटी आणि हळद, लोणच्यातल्या फोडी आणि सायरप (शिरका व साखरपाक) ही ती अपशिष्टे आहेत. सर्व वर्षभर मीठ आणि तुरटी आणि हळद यांची अपशिष्टे सामान्यपणे दररोज प्रस्त्रावित करण्यात येतात क्षारीय चुनापाणी अथवा अम्ल (शिरका) आणि साखर ह्या अपशिष्टांवरून अम्ल–मार्जनाच्या कारखान्यातील अपशिष्टातील परिणामी pH व BOD निर्धारित होतो.

१७–२ नाला व अपशिष्ट यांचे सामान्य सर्व्हेक्षण–

२३ व ३० ऑगस्ट आणि ६ सप्टेंबरला सध्याच्या प्रदूषण परिस्थितीविषयक अपशिष्टाचे व नाल्यातील सर्वेक्षण ३ दिवस करण्यात आले. अम्ल मार्जन (लोणच्याच्या) कारखान्यातून सोडून देण्यात आलेल्या सर्व अपशिष्टांची नोंद शहरातील इमहॉफ टाकीतील निःस्त्रावाचे (त्या दिवसांपैकी एका दिवशी) विश्लेषण आणि अम्ल–मार्जन अपशिष्टाच्या प्रस्त्राव केंद्राच्या जागेपासून अनुप्रवाही दिशेने नदीतील १२ मैलावरील बिंदूपर्यंतची संग्राही प्रवाहाची परिस्थिती यांचा या सर्वेक्षणात अंतर्भाव होता. अम्ल–मार्जन (लोणच्याच्या) कारखान्याच्या अनुप्रवाही दिशेने झालेल्या प्रदूषणाची व्यापकता प्रस्थापित करण्यासाठी खालील नमुना बिंदूंची निवड करण्यात आली.



आकृति १७–२ अम्ल–मार्जनाच्या (लोणच्याच्या) कारखान्यातील आणि शहरातील अपशिष्टे ज्या नाल्यात सोडण्यात आली त्या नाल्यातील सर्वेक्षण दलाने नमुना–बिंदू म्हणून निवडलेल्या जागा दाखविणारा नकाशा–

१) अम्ल मार्जनाच्या (लोणच्याच्या) कारखान्यातील प्रस्राव नळीवर बसविलेली फ्लूमपेटी व "व्ही" च्या आकाराची खाच असलेला बंधारा (आकृति १७-१ पहा); २) नदीच्या संगमाच्या जरा वरच्या बाजूला असलेली शाखा; (२ अ) नदीच्या संगमाच्या जरा वरच्या बाजूला असलेली शाखा; (२ ब) शाखेच्या संगमाच्या किंचित वरील बाजूच्या नदीचा सुरवातीचा लहान प्रवाह; (३) शहरातील इमहॉफ टाकीच्या परिवाहाच्या किंचित वरच्या बाजूकडील नदी; (४) शहरातील इमहॉफ टाकीचा प्रवाह.. (५) शहरातील इमहॉफ टाकीच्या परिवाहाच्या किंचित खालील नदी., (६) इमहॉफ टाकीच्या परिवाहाच्या खाली २ मैलावरील नदी. आ. १७-२ मधील लहान नकाशावर हे नमुना-बिंदू दाखविले आहेत

कोष्टक १७-१ मध्ये, नदीच्या सुस्तपणाची काहीशी कल्पना वाचकाला यावी म्हणून नदीतील प्रवाहाच्या अंदाजी राशी आणि वेग सादर केले आहेत. तीन दिवसांच्या सर्वेक्षणातील निरनिराळ्या नमुनाबिंदूवरील अम्ल मार्जन कारखान्यातील समिश्र अपशिष्ट, इमहॉफ टाकी-तील निःस्राव आणि संग्राही पाणी यांच्या विश्लेषणांचे निष्कर्ष को १७-२ व १७-३ व १७-४ मध्ये दिले आहेत. अम्ल मार्जन कारखान्यानी तीन दिवसातील अपशिष्टांच्या राशी आणि प्रकार को. १७-५ मध्ये दिले आहेत. शहर व अम्ल-मार्जन कारखान्याने अंशदान केलेले (contributed) तौलनिक प्रदूषभार सक्षिप्तपणे कोष्टक १७-९ मध्ये दाखविले आहेत.

कोष्टक १७-१

नदींतील प्रवाहाचा सरासरी वेग

केंद्र क्रमांक	सरासरी वेग		पासून अंतर		पासून प्रवासाचा काल	
	फूट/सेकंद	मैल/तास	शहरातील इमहॉफ टाकी, मैल	अपरप्रवाही केंद्र, मैल	शहरातील इमहॉफ टाकी, तास	किंचित अपर प्रवाही केंद्र, तास
४	२.५	१.७	०	२	३.४	३.४
७	०.३	०.२०५	८	६	९.८	६.४
८	०.२९	०.१९८	१२	४	२९.८	२०.०

कोष्टक १७–२

२३ ऑगस्टच्या अपशिष्टाचीं आणि संग्राही प्रवाहाची रासायनिक आणि स्वास्थ्यविषयक वैशिष्ठये–

केंद्र क्रमांक *	१	२अ	२ब	३	४	५	७	८
राशि, द.से.स. घनफूट	०.७१६				०.४६२	६.३८	३६.२	४०.५
२४ तासातील एकूण गॅलन †	९६७७५				३०० ०००			
विलीन ऑक्सिजन ppm	४.०	१.०	६.०	१.४	०	१.०	०	५.०
क्लोराईड, ppm NaCl म्हणून	३०००			५३००		३५००	६००	०
pH	५.४	४.६	६.२	४.६	६.६	५.९	६.२	६.५
रंग	पिवळा	किंचित पिवळा	किंचित पिंगट	किंचित पिवळा	करडा	दुधाळ	किंचित ताम्र tanin	किंचित ताम्र
गंध	लोण–च्याचा	लोण-च्याचा	नाही	लोण–च्याचा	शिळा वाहितमल	किंचित लोण च्या सारखा	नाही	नाही
तपमान °C	२४.८			२३	२३	२४	२३.५	.२३.५
BOD (२०°C, ५ दिवस), ppm	७८०				४९			
तरंगते पदार्थ, ppm	९६				१४८			
एकूण घनपदार्थ, ppm	८६७०				३५०			
विलीन घनपदार्थ एकूणाची टक्केवारी	९९				५८			

* ह्या दिवशीचे केंद्र ६ चे आकडे उपलब्ध नाहीत.

† अंदाजी

कोष्टक १७–३

३० ऑगस्टला अपशिष्ट व संग्राही प्रवाहाची रासायनिक आणि स्वास्थ्यविषयक वैशिष्टय–

केंद्र क्रमांक	१	४	६	७	८
				ऑगस्ट २३ पेक्षा प्रवाह कमी होता	
राशि, द. से. स घनफूट	०.८१८	०.४६२			
२४ तासांतील एकूण, गॅलन *	६८०४०	३०००००			
विलीन ऑक्सिजन, ppm	०	०	०	०	४-७
NaCl च्या स्वरूपात क्लोराइड, ppm	२८३२		७०८	३२५	२९५
pH	४.०		५.२	६.५	६.२
रंग	पिवळा		करडा पिंगट	किंचित टॅनीन–सारखा	टॅनीन सारखा
गंध	लोणच्या सारखा		नाही	नाही	नाही
तपमान °C	२४		२७ ५	२५	२४
BOD (२०°C, ५ दिवस) ppm	२०४०				
तरंगते घनपदार्थ, ppm	२२४				
एकूण घनपदार्थ ppm	२४२७४				
विलीन घनपदार्थ, एकूण घनपदार्थांच्या टक्केवारीत	९९				
एकूण बाष्पशील द्रव्य, एकूण घनपदार्थांच्या टक्केवारीत	४.६				
एकूण राख %	९५.४				
तरंगते बाष्पशील द्रव्य, एकूण तरंगत्या घनपदार्थांच्या टक्केवारीत	५९				
तरंगती रांख, एकूण तरंगत्या घनपदार्थांच्या टक्केवारीत	४१				

* अंदाजित.

१७–३ मत्स्य–संहारा संबंधीच्या परिणामांचे मुल्यांकन–

ज्या प्रदूषणाने वसंत ऋतूत मासे मेले त्या प्रदूषणाचे कारण व व्याप्ती शोधून काढणे हाच ह्या प्रारंभिक सर्वेक्षणाचा हेतू होता. शहराच्या ८ मैल खाली निरीक्षण केलेला नदीतील

किमान प्रवाह द. से. १२,७ घन फूट होता व शहराच्या खाली १२ मैलावर तो द. से. स. २९.४ घनफूट होता. यू. एस. भूवैज्ञानिक सर्वेक्षणाने पुरविलेल्या माहितीप्रमाणे शहराच्या १२ मैल खाली नदीतील सरासरी प्रवाह द. से. स. ५५.३ घन फूट होता पण किमान प्रवाह द. से. स. फक्त २.१६ घ फूट होता. सरासरी प्रवाह व किमान प्रवाह यातील फरक बराच आहे आणि तो काळजीपूर्वक नोंद घेण्यायोग्य आहे. मत्स्यजीवन सुरक्षित राखण्याच्या दृष्टीने जूनच्या प्रवाहास विशेष महत्व आहे आमच्या सर्वेक्षणात नोंद केलेला नदीतील किमान प्रवाह द. से. स १२६५ घन फूट अथवा नोंद केलेल्या किमान जूनच्या प्रवाहाच्या अंदाजे ६ पट जास्त होता. ह्याचा अर्थ असा की, नदीच्या प्रवाहाखेरीज बाकीची परिस्थिती समान असताना आमच्या सर्वेक्षणात निरीक्षण केलेले प्रदूषणाचे सकेंद्रण ६ पट जास्त असू शकले असते. वसंत ऋतूतील किमान अतिमंद प्रवाहाचा मत्स्यसंहाराच्या बाबतीत महत्वाचा कार्यभाग आहे.

कोष्टक १७–४

६ सप्टेंबरची अपशिष्टे आणि संग्राही प्रवाहाची रासायनिक व स्वास्थ्य विषयक वैशिष्टये

केंद्र क्रमांक	१	४	७	८
राशि दर सेंकंदास घनफूट	०.८४०	०.४६२	१२.७	२९.४
२४ तासातील एकूण गॅलन*	९०६००	३०००००		
विलीन ऑक्सिजन, ppm	२	०	२.७	०
pH	६.३	६.४	५.८	५.१
रंग	पिवळट पिंगट	करडा पिंगट	किंचित टॅनिनसारखा	किंचित टॅनिनसारखा
गंध	लोणच्याचा	नाही	नाही	नाही
तपमान °C	२४	२४	२२.५	२२.५
BOD, (२०°C ५ दिवस) ppm	३९०	९९		
तरंगते घनपदार्थ, ppm	१२४	१६२		
एकूण घनपदार्थ, ppm	१०२६८	४०८		
विलीन घनपदार्थ, एकूणांच्या टक्केवारीत	९९	६०.४		

* अंदाजी

वसंत ऋतूत नाल्यात फार मोठ्या प्रमाणात मासे मरून जातात व त्याला अनेक कारणे असतात. कमी अगर उच्च **pH** अथवा त्यामध्ये एकाएकी फरक होण्यामुळे माशांवर परिणाम होतो हे सर्वांस माहीत आहे. लवणाची उच्च संकेंद्रणे, अति उच्च तपमान अथवा त्यात जलद-गतीने होणारा फरक, विषाक्त रसायने, माशांचे रोग, आणि विलीन ऑक्सिजनचा अभाव, तसेच अनेक अन्य परिस्थितींचाही त्यांच्यावर प्रभाव पडतो. मत्स्यहानीस कारणीभूत असण्याची जास्तीत जास्त शक्यता असलेल्या घटकांचा आणि त्यांना जबाबदार असलीच तर अशी कोणती अपशिष्टे असतील त्यांचा शोध घेण्याचा आमच्या सर्वेक्षणाचा उद्देश होता.

pH – एलिसने (१) असे म्हटले आहे कीं, मासे आणि सामान्य जलीय जीवांना ६.५ पासून ८.४ पर्यंत pH ची मूल्ये अधिक पसंत असतात आणि ५.० पेक्षा कमी वा ९.० पेक्षा जास्त pH ची मूल्ये असणे निश्चितपणे हानिकारक अथवा मारकही होते. अल्प काळात ह्या मूल्यांत फरक पडल्यास आणि त्या बरोबरच विलीन ऑक्सिजनच्या तपमानात किंचित वाढ अगर घट झाल्यास ते अनेक उष्ण-जल माशांना व ट्राऊट माशाना जीव घेणे होते. Sticmke आणि Eakenfelder (५) यांना असे दिसून आले की, माशांची प्रतिक्रिया, त्यांच्या विकासाचा टप्पा अगर मोसम यांना अनुसरून, वेगवेगळी होते हिवाळ्यात pH चे जे मूल्य असताना मासे मरत होते. त्या मूल्यापेक्षा जास्त मूल्य असताना वसंत ऋतूत ते मरण पावले.

जरी लोणच्याच्या कारखान्यातील निःस्रावाचा pH ३.९ इतका कमी आणि ८.८ इतका उच्च असा बदलता असला तरी शहरातील पूतिकुंडांच्या परिवाहाच्या खालील बाजूच्या संग्राही प्रवाहाचा pH, ५.१ पेक्षा खाली गेला नाही आणि तीन दिवसांच्या सर्वेक्षणाच्या कालात बहु-तेक केंद्रावर तो ह्या मूल्यापेक्षा बराच जास्त होता (परंतु तो ७ पेक्षा जास्त नव्हता). एका दिवसापासून दुसऱ्या दिवसापर्यंत ह्या नमुना घेण्याच्या बिंदूच्या जवळ pH मध्ये भरीव प्रमा-णात फरक झाला नाही माशांच्या मृत्यूच्या बाबतीत pH हा स्वयमेव निर्धारक घटक असल्याचे ह्या निष्कर्षांवरून दिसून येत नाही. तथापि जूनमध्ये व प्रवाह कमी असताना, तनुकरणास लाग णाऱ्या पाण्याच्या राशीत बरीच घट होत असल्याने pH हा अंशहित (Contributing) घटक होण्याची शक्यता आहे.

कोष्टक १७–५

लोणच्याच्या कारखान्यातून दररोज प्रस्त्रावित होत असलेली अपशिष्टे

दिनांक	हळद व तुरटी, † गॅलन (pH 3.2)	लवण जल, † गॅलन (pH 3.2)	चुना, गॅलन (pH 9.9)	शिरका आणि साखर, गॅलन (pH < 9.0)	शीतन जल, गॅलन	धावक जल	
						बरणी धावक, गॅलन	कापलेल्या तुकड्यांच्या लोणच्याचा धावक, गॅलन
८–२३–५२	३७२०	४०००	४५०००	२०५५	नाही	नाहीं	नाही
८–३०–५२	४५५७	४०००	नाही	११७०	नाही	नाही	नाही
९–६–५२	८०२५	नाही	३००००	नाही	नाही	नाही	१८५०
संयंत्राच्या पर्यवेक्षकाने निर्दिष्ट केल्या प्रमाणे रोजचा सरासरी सामान्य प्रस्त्राव	७५००	१०००	५०००	१६००	२७८००	९६००	१२०००
कमाल	८५००	६०००	५००००	२३००			
किमान	४७००	०	०	७००			

* टाकीतून सोडून दिलेल्या (प्रस्त्रावातील द्रव्यावरून) अंदाजित

† वर्षभर बहुशा रोजच्या रोज प्रस्त्रावित केला.

कोष्टक १७–६

शहरातील वाहितमल आणि लोणच्याच्या कारखान्यातील अपशिष्टांनी संप्रापित केलेले सापेक्ष प्रदूषण भार.

प्रदूषक	सरासरी राशि, गॅलन/दिवस	BOD			तरंगते घनपदार्थ		
		ppm	पौंड/ दिवस	एकुणाची टक्केवारी	ppm	पौंड/ दिवस	एकुणाची टक्केवारी
शहर	३०००००*	७४‡	१८५	१९.६	१५५	३८८	७८.८
लोणच्याचा कारखाना	८५१४२ †	१०७०	७६०	८०.४	१४८	१०५	२१.२

* पाण्याच्या खपावर आधारित केले.

† प्रवाहाच्या प्रत्यक्ष मापनावर आधारित.

‡ उपचारणानंतर–

लवणाचे संकेंद्रण –

एलिसने (१) असेही म्हटले आहे कीं, पाण्याच्या प्रवाहाच्या विशिष्ट चालकतेने (Conductance) परावर्तित केल्याप्रमाणे खारट पाण्यातील फरक माशांना संकटदायी होऊ शकतात. एल्ड्रिचचा (२) असा दावा आहे कीं, गोड्या पाण्यातील मासे आणि अन्य जल जीव लवणातील अनेक खनिजांचे मर्यादित संकेंद्रणच फक्त सहन करू शकतात. ५००० ते १०००० ppm संकेंद्रण जर २४ तासांपेक्षा अधिक वेळ टिकून राहिले नाही तर बहुतेक जातीच्या माशाना कायमची बाधा होत नाही. जेव्हा खनिज अंतर्वस्तू सातत्याने उच्च प्रमाणात असतात तेव्हां शेवटी ५०० ते १००० ppm संकेंद्रण असताना त्यांचा परिणाम माशांचा मृत्यू होण्यात होतो. लवणात आढळून आलेल्या विभिन्न रसायनांच्या विषाक्ततेचा संभाव्य क्रम Kcl, K_2So_4, $MgCl_2$, तसेच $CaCl_2$ आणि शेवटी $NaCl$, असा असतो. लवणामुळे रानकोंबड्यांना पाणी शोधण्यास (अन्य ठिकाणी) जावे लागते. ज्या स्थानावर आणि प्रवाहात सातत्याने लवण सोडण्यात येते तेथील वनस्पती लवकर नाश पावतात. अँडर्सनने (४) आग्रहाने असे प्रतिपादन केले आहे की, परिसारक दाब (Osmotic pressure) पडण्याइतके उच्च

संकेंद्रण असणारी सर्व लवणे विषाक्त असतात. सोडियम असेटेट, ब्रोमाइड, क्लोराईड, फॉर्मेट व नायट्रेट यांच्या सारख्या कांही लवणात ग्रामाणुतेच्या स्वरूपात (In terms of molarity) अंदाजे तितकीच सीमांत (threshold) संकेंद्रणे असतात. अँडर्सनला असे आढळून आले की जेव्हा ईरी सरोवरास ३७८० ppm NaCl मिसळले गेले तेव्हा प्रतिकूल परिसारक दाब पड–ण्यास लागणारे सीमांत संकेंद्रण झाले होते

लोणच्याच्या कारखान्यातील निःस्त्रावातील लवण संकेंद्रण जरी ३००० ppm असले तरी संग्राही नाल्यात ते बरेच कमी होते. नदीकाठच्या शहराखाली ८ मैलावर एका दिवशी ते फक्त ६०० ppm आणि अन्य दिवशी ३२५ ppm असल्याचे दिसून आले. ह्या परिणामावरून असे दिसते कीं, मासे मरण्यास कारणीभूत होईल इतके (आमच्या सर्वेक्षणाच्या दिवसात तरी) नदीतील लवणाचे संकेंद्रण उच्च नव्हते. तथापि प्रवाह कमी असतो त्यावेळी जेव्हा मासे मरतात त्यावेळचे क्लोराइडचे संकेंद्रण बिनचुक निर्धारित करण्यासाठी नमुने घ्यावे लागतील.

तपमान–

डिमिक आणि मेरीफील्ड (५) यांनी असा निष्कर्ष काढला आहे की, आपल्या प्रयोगात नोंद केलेल्या ८९ °F (३२°C) ह्या उच्चतम तपमानात ट्राऊट, सालमन, अगर श्वेत मत्स्य ह्यांच्यापकी कोणचेही मासे आढळून आले नाहीत आणि इतक्या जास्त प्रमाणात असलेले तप–मान माशांना बहुतेक करून जीवघेणे ठरते. उलटपक्षी मोठ्या तोंडाचा बास, काकडी–बीज सूर्यमत्स्य, नीलजिल श्वेत क्रॅपी, वृषभशीर्ष, मार्जार मत्स्य, आणि कार्प हे मासे हतबल होत अस-ल्याचे दिसून आले नाही.

नमुना घेण्याचे दिवस जरी उन्हाळ्यातील अतिउष्ण दिवस नव्हते तरी पाण्याच्या तप–मानावर हवेचा काय परिणाम होतो हे नक्की जाणून घेण्यास सर्वेक्षण गटास पुरे होईल इतक्या उष्णतेचे ते होते. लोणच्याच्या अपशिष्टाची उष्णता कधीही २५ °C इतकी वाढत नसल्याने आणि इमहॉफ टाकीच्या पातमुखा (out fall) खालच्या बाजूच्या नदीतील पाण्याचे तपमान सामान्यतः लोणच्याच्या अपशिष्टाच्या तपमानापेक्षा कमी असल्याने, माशांच्या मरणास तपमान हा एकमेव घटक प्रामुख्याने जबाबदार आहे या कल्पनेचा निरास झाला.

विषाक्त रसायने–

लोणच्याच्या कारखान्यातील प्रक्रिया आणि वाहितमलातील स्वास्थ्यविषयक घटक, यांच्यासंबंधी योग्य त्या प्राधिकाऱ्यांसह पुनर्विलोकन केल्यावर जर कमी संकेंद्रण असले तर

विषाक्त होण्याची शक्यता असलेली कोणचीही रसायने दिसून आली नाहीत आणि त्यांच्यामुळे संग्राही (receiving) पाण्यात pH मध्ये फरक झाला नाही.

मत्स्यरोग -

सर्वेक्षणात मृत माशासंबंधी पुरावा मिळाला नाही. नदीकिनाऱ्यावरील कोळ्यांच्याशी केलेल्या चर्चेत मृत माशांवर डाग अथवा ज्यामुळे नैसर्गिक कारणांनी मत्स्यरोगांचे दिग्दर्शन होईल अशा अन्य खुणा अगर चिन्हे उघडकीस आणता आली नाहीत. कोळ्यांनी असेही सांगितले कीं, लाल अगर अन्यथा विक्षोभित झाले आहेत असे कल्ले असलेले मासे त्यांना आढळले नाहीत. पाण्यात कोणतीही विषाक्त रसायने अगर क्षोभकर घटक नव्हते या वस्तुस्थितीस दुजोरा मिळाला.

विलीन ऑक्सिजनचा अभाव –

डिमिक व मेंरीफील्ड (५) आणखी असेही सांगतात कीं, सामान्य ऑक्सिजनचे संकेंद्रण कमी असलेल्या पाण्यात माशांचा श्वसनवेग वाढतो आणि त्या परिस्थितीत माशांना होणाऱ्या विषकारक द्रव्याची विषाक्तता बरीच तीव्र असण्याची शक्यता असते. ऑगस्ट व सप्टेंबर मध्ये (ज्या महिन्यात हे मासे सामान्यतः जास्त नजरेस पडतात असे) जिवंत सालमन अगर ट्राऊट मासे ५.२ ppm पेक्षा कमी विलीन ऑक्सिजन असलेल्या पाण्यात त्यांना आढळून आले नाहीत. म्हणून माशांना सुखदायक होईल असा किमान ५ ppm विलीन ऑक्सिजन आहे असे त्यांनी सूचित केले. साऊथगेटने (६) असे ठरविले कीं, मत्स्यजीवनास आधार म्हणून विलीन ऑक्सिजनचे किमान संकेंद्रण किती असावे या संबंधी भरपूर माहिती सध्या उपलब्ध असूनही कोणतेही सामान्य निवेदन करणे शक्य नाही. उदाहरणार्थ, हे सर्वश्रुत आहे कीं. माशांची ऑक्सिजनची गरज, तपमान, मत्स्यजाति आणि वय, पाण्यातील विलीन द्रव्य, आणि अन्य घटक, यांच्याप्रमाणे बदलते.

तथापि, मत्स्यविज्ञान शास्त्रज्ञांची (Ichthyologists) सामान्यपणे अशी समजूत असते की, माशांना राहाण्यायोग्य असे पर्यावरण असण्याकरता ४ ppm विलीन ऑक्सिजन तेथे असला पाहिजे. माशांच्या काही जाती २ ppm इतक्या कमी विलीन ऑक्सिजनवरही जगू शकतात. पण हे शपथपूर्वक सांगेल असा एकादा तज्ञ सापडणे कठीण आहे.

आमच्या नदीसर्वेक्षणातून, केवळ निरास प्रक्रियेतूनच नव्हे तर निरीक्षणावरूनही, असे दिसून आले कीं, लोणच्याच्या कारखान्यापासून अनुप्रवाही दिशेने नदीत १२ मैलावर विलीन

ऑक्सिजनचा अभाव होता. ह्यावरून संग्राही नदीतील सेंद्रिय भारण प्रमाणापेक्षा जास्त असल्याचे सिद्ध झाले.

नदीच्या पाण्यात स्वाभाविकपणे अस्तित्वात असलेले जीवाणू आणि इमहॉफ टाकीतील निःस्त्रावातून मलवाहिनीत कृत्रिमपणे मिसळलेले जीवाणू, यांना जगण्याकरता आणि वाढ होण्याकरता अन्नाची जरूरी असते. लोणच्याच्या कारखान्यातील अपशिष्टामधून व स्वयंवाहित मलातून ह्या अन्नाचा पुरवठा होत होता. परंतु हे अन्न खाताना जीवाणूंनी अन्नाचे ऑक्सिकरण (पचन) करण्यासाठी नदीच्या पाण्यातील विलीन ऑक्सिजनचा उपयोग केला आणि त्यामुळे ज्या वेगाने नैसर्गिकरीत्या त्याचा पुरवठा होणे शक्य होते त्यापेक्षा अधिक जलद पाण्यातून ऑक्सिजनचे निष्कासन झाले. मानवाला जशी ऑक्सिजनची गरज असते तशी विलीन ऑक्सिजनची माशांनाही असते.

पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे आमच्या सर्वेक्षणात, तीन्हीही दिवशी, लोणच्याच्या कारखान्यातील प्रस्त्रावापासून अनुप्रवाही दिशेने १२ मैलापर्यंत नदीत मासे जिवंत राहण्यास ऑक्सिजन अपुरा होता असे आढळून आले. तथापि तीन पैकी दोन दिवशी शहरापासून १२ मैलावरील त्या बिंदूपाशी भरपूर विलीन ऑक्सिजनची नदीत पुनःप्राप्ती झाली.

जेव्हा जूनमध्ये पाणी अधिक गरम असते व त्यात भरपूर ऑक्सिजन विरघळू शकत नाही आणि जेव्हा जीवाणु चयापचय (metabolism) अधिक वेगाने होत असतो, जेव्हा ऑक्सिजनचा अभाव अधिक तीव्र होतो. म्हणून अंडजनन करण्यासाठी (spawning) जूनमध्ये नदीत मासे अपरप्रवाही दिशेने जाणे, शहरातील आणि लोणच्याच्या कारखान्यातील संयुक्त प्रदूषणात सापडणे, आणि ऑक्सिजनच्या अभावामुळे अक्षरशः गुदमरून जाणे, हे कसे घडते ह्याची कल्पना सहज करता येते.

नदीतील ऑक्सिजनचा वापर करण्याच्या लोणच्यातील अपशिष्टांच्या संभाव्य शक्तीची सूचना **BOD** च्या चाचणीवरून मिळते. सर्वेक्षणाच्या निष्कर्षावरून असे दिसून आले की, लोणच्याच्या तीन दिवसांच्या संमिश्र अपशिष्टातून ८५१४२ गॅलनमध्ये दर दिवशी १०७० ppm भार पडला आणि शहरातील मल निःस्त्रावातून ३०००० गॅलनमध्ये तो दर दिवशी ७४ ppm होता. टक्केवारीत याचा अर्थ २३ व ३० ऑगस्ट आणि ६ सप्टेंबर रोजी अन्वेषण केलेल्या लोणच्याच्या अपशिष्टातून संग्राही पाण्यावर ऑक्सिजनच्या मागणीच्या ८०.४ प्रतिशत भार पडला आणि उरलेल्या १९.६ टक्क्याचे शहरातील वाहितमलातून भारण झाले असा होतो. प्रदूषणाचे अनेक अन्य सूचकांक होते परंतु विलीन ऑक्सिजनची दुर्लभता ही विचाराची प्रमुख बाब असल्याने ह्या उदाहरणात **BOD** हीच कसोटी लागू होईल असे दिसते.

१७-४ प्राथमिक निष्कर्ष आणि सूचना

म्हणून प्रदूषणाच्या अन्वेषणाच्या प्रथम टप्प्यात खालील गोष्टी दिसून आल्या. विलीन ऑक्सिजनच्या अत्यल्प राशीमुळे, अंशतः तरी माशांचे मरण ओढवले हे उघड आहे. मंद प्रवाहाच्या काळात क्लोराइड आणि अल्प pH यांचे सकेंद्रण हेही त्यांच्या मृत्यूस कारणीभूत झाले. तरी अशी प्रदूषणकारक परिस्थिती चलती राहू दिली तर पुढील वर्षी वसंत ऋतूत ह्या गोष्टींची पुनः तपासणी करावी.

शहरातील वाहितमल आणि लोणच्याच्या कारखान्यातून प्रस्त्रावित होत असलेली अपशिष्टे ऑक्सिजनच्या या त्रुटीस अंशतः कारणीभूत झाली. अधिक ठामपणे सांगायचे झाल्यास शहरातील वाहितमल ऑक्सिजनच्या सुमारे एक पंचमांश त्रुटीस जबाबदार होता आणि लोणच्याचा कारखाना चारपंचमांश त्रुटीस जबाबदार होता. क्लोराइडे आणि अम्ले प्रामुख्याने लोणच्याच्या कारखान्यातून आली.

प्रदूषण जेव्हा उदाहरणात विलीन ऑक्सिजनच्या अभावरूपे होते तेव्हां शहराच्या खालच्या बाजूने किमान १२ मैल अंतरापर्यंत नदीत दूरवर ते अस्तित्व होते. काही दिवशी ते या बिंदूच्या पलीकडेही पसरले असावे.

आम्ही ही वस्तुस्थिती लक्षात घेऊन खालील शिफारशी केल्याः नगरपालिकेने इमहॉफ टाकीची स्वच्छता करावी, एका बाजूकडून प्रवाह दुसऱ्या बाजूकडे वळविण्याच्या यंत्रणेची दुरूस्ती करावी, उपचाराच्या साधनांची क्षमता आणि भारणे यांची गणने करावी, आणि त्यांच्या कार्यक्षमतेचे काळजीपूर्वक अध्ययन करावे. जर सध्याच्या व्यवस्थेवर फार भार पडत असेल तर ती टाकून द्यावी आणि उपचारणाची अधिक आधुनिक आणि कार्यक्षम पद्धत व सक्षम पर्यवेक्षण यांची वाहितमलावर उपचार करण्यासाठी, योजना करावी.

लोणच्याच्या कारखान्याने आपल्या परिचालन आणि घरेलू बंदोबस्ताच्या (housekeeping) प्रथांचे विश्लेषण करावे आणि नदीतील प्रदूषक द्रव्यांचा प्रस्त्राव कमी करण्याचा प्रयत्न करावा. अपशिष्टातील प्रत्येक घटकाच्या BOD मूल्यांचा एकाच वेळी पूर्णपणे अभ्यास करावा आणि अपशिष्ट-उपचारणाच्या कोणत्या तरी प्रकाराची प्रतिष्ठापना करावी.

वर रूपरेखित केलेली अन्वेषणे नगरपालिका व लोणच्याच्या कारखान्यात पूर्ण केल्यानंतर प्रवाह अल्प असणाऱ्या जूनच्या नंतरच्या काळात कारखान्यातील लवणाच्या साठवणासंबंधी विचार करावा. त्या कालातील प्रवाह-परिस्थितीच्या निरीक्षणावरून माशांच्या मर-

णाचे कारण निश्चितपणे समजून येईल. एकाद्या समस्येचे निरसन करताना दूरच्या कालात प्रकल्प परिणामकारक ठरेल अगर कसे याबद्दल शंका असल्यास त्यावर पैसा खर्च करण्याच्या आधी समस्येचे नक्की कारण समजून घेणे नेहमी सर्वोत्कृष्ट असते.

१७-५ लोणची तयार करण्याच्या कारखान्यातील सर्वेक्षणाचे निष्कर्ष आणि तपशीलवार सूचना –

लोणच्याच्या कारखान्यातील विशेष सर्वेक्षण आक्टोबरमध्ये करण्यात आले; त्यापुढच्या वसंतऋतूत नदीतील माशांचे जीवन सामान्य व्हावे म्हणून योजण्यात येणाऱ्या उपायांपैकी एक उपाय म्हणून नदीतून घनपदार्थ काढून टाकण्याकरता संयंत्रातील अपशिष्टांच्या चाळणाची शिफारस करण्यासाठी प्रथमतः हे सर्वेक्षण करण्यात आले. अपशिष्टाचे अनेक नमुने गोळा करून pH, तरंगते घनपदार्थ, आणि BOD करता, त्यांचे विश्लेषण करण्यात आले. को. १७-७ मध्ये प्रातिनिधिक विश्लेषणें सादर केली आहेत.

को. १७–७ मध्ये दिलेल्या माहितीवरून असे दिसून येते की, कांही प्रमाणात सर्व अप–शिष्टे अम्लीय आहेत. या अम्लामुळे मासे मृत्युमुखी पडू शकतील आणि केवळ त्या कारणा–करता सुद्धा उदासीनीकरण केल्याशिवाय ती अपशिष्टे मलवाहिनीत सोडण्यास मनाई करावी तुरटी आणि टयुमेरिक बरण्यातील अपशिष्टातून आणि स्वादाच्या यंत्रातील आणि पेटीतील निःसारणातून, अतिसंकेंद्रित झालेले घनपदार्थ, आलेले होते हेही स्पष्ट झाले. केवळ या दोन अप-शिष्टांचे नियंत्रण करण्यानेसुद्धा संयंत्रातून नदीत जाणाऱ्या अपशिष्टांतील घनपदार्थ बरेचसे कमी होतील. ऑक्सिजन रिक्तीकरणाच्या (depletion) दृष्टिकोनातून, फोडी अस–लेल्या लोणच्याच्या धावन नळकांडयातील अपशिष्टाखेरीज सर्व अपशिष्टे अत्यंत प्रदूषणकारी असतात. कांद्याच्या साखरपाकाच्या अपशिष्टात ऑक्सिजनची मागणी असाधारणपणे उच्च होती आणि पुरेसे उपचारण केल्याशिवाय ते नदीत सोडण्यास कधीही परवानगी देऊ नये. ह्या अपशिष्टात ५ दिवसाचा BOD २० °C तपमानात १८००० ppm पेक्षा जास्त (अथवा सामान्य घरगुती वाहितमलातल्यापेक्षा ९० पट प्रदूषणकारी) होता. या प्रत्येक अपशिष्टाच्या राशीवरून नाल्यातील ऑक्सिजनची मागणी निर्धारित होते.

कोष्टक १७–७

लोणच्याच्या कारखान्यातील अपशिष्टांचे विश्लेषण –

क्रमांक	उत्पत्तिस्थान	तरंगते घन-पदार्थ, ppm	pH	BOD, ppm
१	अखंड (काकडीच्या) लोणच्यातील तुरटी व हळद अपशिष्टे	१०२४	४.१	४२०
२	स्वाद यंत्र व पेटीतील निस्त्रावित द्रव्ये	७९८०	३.२	२५००
३	कांद्यापासूनचे सांयरप अपशिष्ट	८६८	९.५	> १८०००
४	निःसारणापूर्वीचे प्रत्यक्ष बरणीतील काप–लोणच्याच्या लवणजल–धावनातील अपशिष्ट	१२२	४.३	२८८०
५	कापलोणच्याच्या धावन–नळकांड्याचे अपशिष्ट	२५४	५.८	१६०
६	कापलोणच्याच्या धावन जलातील अपशिष्ट (प्रथम धावन)	६४७	४.०	१७७०
७	कापांपासूनचे तुरटी व टयूमेरिक अपशिष्ट	११८५	३.२	१८९०

संयंत्रावरील प्रथांचे निरीक्षण करून आम्ही असे ठरविले कीं, उपकरणांत, पद्धतीत, आणि परिचालनात थोडीशी सुधारणा करून घनपदार्थ असलेला अपशिष्टे मलवाहिन्यांच्या बाहेर ठेवता येतील अशा अनेक जागा आहेत. अपशिष्टावरील उपचारणाच्या भांडवली खर्चाचा विचार करण्यापूर्वी या सुधारणा कराव्यात.

संयंत्रावरील प्रथामध्ये, मलवाहिनीत प्रस्त्रावित होणारे घनपदार्थ कमी करण्याकरता खालीलप्रमाणे फरक सुचविण्यात आले :

१) लोणच्यातले लहान तुकडे आणि साले अडकून राहण्यास मदत व्हावी म्हणून साखर पाकाच्या टाकीतील निःसारणी बुचांच्या छिद्रांवर कायमची जाळी बसवावी.

२) तुरटी आणि टयूमेरिक व प्रथम धावन बरण्यांच्या बूच पेट्या दुरुस्त कराव्या आणि त्यांची लांबी वाढवावी.

३) तुरटी आणि हळद यांच्या पाण्याने बरण्या फार भरू नयेत आणि बूच पेट्यात लोणचे उडून जाऊ नये म्हणून हवेवर नियंत्रण ठेवावे.

४) सर्व बूच पेट्यांना चार बाजू असाव्यात आणि त्यांवर गच्च बसणारी झाकणे असावीत.

५) जमिनींवर पडलेल्या लोणच्याच्या (फोडींचा) झाडून एक ढीग करावा व तो उचलून कचऱ्याच्या पिपात टाकावा, पण मलवाहिनीत धूवून अगर लोटून खाली सोडून देऊ नये, अथवा बरण्यांच्या सभोवतालच्या फटीत सारू नये.

६) लोणचे बरणीतच भरले जाईल आणि जमिनीवर सांडणार नाही याची खात्री असण्याकरता बरण्या भरताना विशेषत: फोडींच्या लोणच्याच्या बाबतीत अधिक काळजी घ्यावी.

७) मौल्यवान (आणि उच्च प्रमाणात प्रदूषणकारक असलेले) स्वादाचे घनपदार्थ आणि नि:सार मलवाहिनीच्या बाहेर राहाण्यास मदत व्हावी म्हणून स्वाद यंत्रातील किसलेल्या स्वादा करता बसविलेल्या जाळीदार लाकडी संग्राहक पेटीच्या खाली एक धातूचे तबक अथवा द्रोणी बसवावी.

८) लोणच्याच्या फिरत्या कर्तन धावकातील नालीच्याखाली सूक्ष्म जाळीची चाळण असलेली नवीन पेटी बसवावी. दररोज एकदा अगर दोनदा चाळण स्वच्छ करावी आणि त्यातील घनपदार्थ पुन: वापरावेत अगर फेकून द्यावेत.

९) टयूमेरिक आणि तुरटीच्या बरण्यातून लोणच्याच्या फोडी (जाळी वापरून) जाळीदार पेट्यात नेऊन टाकताना अधिक काळजी घ्यावी.

१०) घनपदार्थ वर राहावेत म्हणून फरशीवरील विशेषत: निचऱ्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या फरशीवरील सर्व छिद्रे (स्वादाच्या किसणीच्या खालच्यासारखी) जाळीने झाकावीत.

११) लोणच्याच्या वर्गकारकाच्या खाली निक्षेपित झालेले सूक्ष्म जाळीदार (stringy) द्रव्य (जे आता फरशीतील मोठाल्या उघड्या नि:सारण द्वारात आणि तेथून मलवाहिनीत जाते ते) पुन: प्राप्त करावे. द्वार बंद करावे आणि त्याच्या बदली जाळी बसविलेले, आत हात जाऊ शकेल असे द्वार अगर लहान विकासनलिका द्वार ठेवावे.

१२) मलवाहिनीकडे जाणाऱ्या चरात फरशीतून बऱ्याच बीया आणि लोणचे थेट जात असल्याने काप–लोणच्याच्या धावकाजवळील नालीची द्वारे जाळीने झाकावीत.

१३) दोन क्रमांकाच्या संयोजन कक्षाच्या फरशीच्या जाळीवर चाळण्या बसवाव्या. फुटक्या बरण्या आणि त्यातील धावन जलातून मुख्यत: फरशीवर जात असलेले नि:सारण द्रव्य सध्या जाळीमधून मलवाहिनीच्या फ्ल्यूमनळात संप्रवाहित (Flush) करण्यात येते.

विशेष सुधारणा करण्यासंबंधीच्या या शिफारशी अपशिष्ट उपचारणातील उपायांच्या मागील विचारसरणी सोदाहरण सिद्ध करण्याच्या दृष्टीने उपयोगी पडतील.

त्यापैकी बहुतेक सुधारणा अंमलात आणल्यावर संयंत्रावरील सर्व कर्मचाऱ्यांना नाल्यातील प्रदूषणाचा व्याख्यानाद्वारे अर्थ सांगावा. या व्याख्यानाने संयंत्रातील सुधारणांच्या परिणामकारकतेची खात्री राहील; इतकेच नव्हे तर प्रत्येक कर्मचारी प्रदूषणाच्या बाबतीत जागरूक राहील. हा दुसरा परिणाम शहराला तसेच संयंत्राच्या बाबतीतही लाभदायक होईल. हे सर्व साध्य केल्यानंतर चाळणाच्या आणि इतर अपशिष्ट–उपचारणांच्या मोठ्या प्रथांचे अन्वेषण करावे.

अभ्यासाच्या पहिल्या कालावधीत आपण काय मिळवले हे आता संक्षेपाने पाहूया; प्रक्रिया अपशिष्ट–जलाची चांचणी pH, तरंगते घनपदार्थ आणि ५ दिवसांच्या BOD करता केली आणि असे दिसून आले कीं, सर्व अपशिष्टे अम्लीय होती; तुरटी व टयूमेरिक अपशिष्टे आणि स्वादाचे निःसारण आणि " सुटी द्रव्ये " (losings) यांच्यात जास्त प्रमाणात तरंगत्या घनपदार्थांचे संकेंद्रण झाले होते; काप-लोणच्याचे धावक–अपशिष्ट खेरीज करून सर्व प्रक्रिया अपशिष्ट–जलात BOD उच्च प्रमाणात होता; साखरपाक अपशिष्टे सर्वात जास्त शक्तिशाली होती आणि त्यातील BOD घरगुती वाहितमलातल्या सामान्य BOD पेक्षा ९० पटीहून जास्त होता.

नदीतील तरंगणाऱ्या घनपदार्थांच्यामुळे होणारे प्रदूषण कमी करण्याकरता आम्ही घन पदार्थ पुनः प्राप्त व्हावे म्हणून अनेक पद्धती सुचविल्या आणि प्रत्येकावर नाल्यातील प्रदूषणामुळे होणाऱ्या परिणामाच्या महत्वाची जाणीव राहण्यासाठी एक शैक्षणिक कार्यक्रम प्रस्तावित केला. कोणचेही अपशिष्ट–उपचारणाचे दुसरे उपाय हाती घेण्यापूर्वी उपचारविषयक आणि शैक्षणिक कार्यक्रम घडवून आणावेत अशी आम्ही शिफारस केली.

१७–६ बदलांचे कारखाना व नाला यावरील परिणाम–

नंतरच्या वसंत ऋतुत लोणच्याच्या कारखान्याच्या अपशिष्टातील घनपदार्थ काढून टाकण्याविषयीच्या शिफारशीवर केलेल्या प्रगतीचे तपशीलवार सर्वेक्षण लेखकाने केले. त्यावरून असे दिसून आले की, २, ३, ४, ५, ७, ९, १०, ११ व १२ या (अनुच्छेद १७–५) शिफारशींचे पुरेशा समाधानकारकपणे अनुसरण करण्यात येत होते, त्यावेळी १, ६, ८ आणि ११ या शिफारशीत रूपरेखित केलल्या परिस्थितीत सुधारणा करण्याकरता आणखी सूचना देण्यात आल्या.

निकटच्या भविष्यकाळात पहिल्या शिफारशीत सुधारणा करावयाची होती. अन्य शिफारशीच्या बाबतीत खालील सूचना देण्यात आल्या. कापलोणच्याच्या तथाकथित रिकाम्या पेटचा योग्य बाजू वर करून गाडीत परत पाठविण्यासंबंधी ६ व्या शिफारशीच्या बाबतीत अधिक काळजी घ्यावी. ८ वीत, धावकाच्या खालील जाडी, लोणच्याचे तुकडे त्याखाली असलेल्या नालीत जाऊ नयेत म्हणून सदैव ताठ असावी. तसेच तुषारकक्षावर काढता घालता येणारे लाकडी झाकण घातल्याने पाण्याच्या राशीत बरीच बचत होईल. १२ वीत सुचविण्यात आलेल्या जाळ्या बसविल्या नव्हत्या तथापि, धावन कालाचे निरीक्षण केल्यानंतर लेखकाला अजूनही असे वाटते कीं, जाळीतून वाहून नदीत जाणारे लोणच्याचे अनेक तुकडे व स्वाद वर राहावेत म्हणून त्या जाळ्या बसवाव्यात.

या शिवाय उच्चप्रमाणात प्रदूषणकारक असलेल्या शिरका–साखर पाकाची राशि कमी करण्यासाठी दोन बदल सुचविले होते. बरणीतील साखरपाकाचा अधिक तर अंश वर राहाण्यासाठी चूषण तोटी असलेला एक पंप वापरावा आणि अतिरिक्त साखरपाक पुनः वापरता यावा आणि त्यामुळे शक्तिशाली अपशिष्ट कमी व्हावे, इतकेच नव्हे तर खर्चातही बचत व्हावी म्हणून त्या अतिरिक्त पाकाचे उत्प्रेरित कार्बन वापरून निर्मितीकरण करावे. संयंत्र व्यवस्थापकाने स्टार्चचा आधार न घेता निष्कर्षित (Extracted) टयुमेंरिकच्या वापराची शक्यता स्वतः सुचविली. त्यामुळे टयुमेंरिक अम्लातील सेंद्राय अंश कमी होण्यास मदत होईल अशी आशा वाटते.

कंपनीच्या अपशिष्टे कमी करण्याविषयीच्या शैक्षणिक कार्यक्रमाचा एक भाग म्हणून लेखकाने अपशिष्टाच्या नदीवर होणाऱ्या परिणामावर संयंत्रावरील कर्मचाऱ्यांच्यापुढे २० मिनिटे व्याख्यान दिले. वसंत ऋतूतील महिन्यात लवणाचा सावकाश आणि योग्यवेळी प्रस्राव करण्यासंबंधीची एक कार्यपद्धतीही आखण्यात आली.

संयंत्रापासून शहराच्याखाली १५ मैलापर्यंत लेखक आणि या विषयाची आस्था असलेल्या अनेक अधिकाऱ्यांनी क्षेत्रीय दृक् सर्वेक्षण केले. माशांच्या मृत्यूचे चिन्ह अगर लोणच्याच्या अपशिष्टाच्या खुणा नदीत दिसून आल्या नाहीत.

नदीचा वापर करणाऱ्या कोळ्यांचे मत, पुढच्या तीन आठवड्यांत अंडजनन करण्याकरता वर जाणाऱ्या लाल पोटाच्या पर्च माशावर प्रदूषणाचा परिणाम दिसून येईल, असे असल्यामुळे प्रदूषण कमी करण्याचा खालील कार्यक्रम या कारखान्याकरता आखण्यात आला :

१) लोणच्याचे तुकडे जलप्रवाहात जाण्यास प्रतिबंध व्हावा म्हणून जारीने प्रयत्न करावेत.

२) शिरका-साखरपाक संपूर्णपणे पुन्हा वापरण्याच्या पद्धतींचे अन्वेषण करावे अथवा निदान उन्हाळ्यात तरी ते नदीत वाहून जाण्यास प्रतिबंध करण्याचा प्रयत्न करावा.

३) लवण-प्रस्त्राव शक्य तितक्या जास्त काळ रोखून धरावा. नंतर तो अधिमान्यतः पावसाळ्यात नदीत हळू हळू सायफन करावा आणि त्यावेळी चुनापाणी व संयंत्रातील अन्य अपशिष्टे, यांचे पुरेशा प्रमाणात तनुकरण केलेले असावे.

४) लोणच्याचे तुकडे नदीत जाऊ नयेत म्हणून आणखी सुचविलेले सुधारणा करण्याचे उपाय अंमलात आणावेत.

५) नाल्यातील प्रदूषण कमी करण्यासाठी अमलात येत असलेल्या उपायांची जनतेला माहिती देत जावी.

लेखकाच्या माहितीप्रमाणे लोणच्याच्या अपशिष्टाचा नदीत प्रस्त्राव होण्याने मासे मरण पावले नाहीत. शेवटी प्रत्यक्ष अपशिष्ट-उपचारण योजना प्रत्यक्षात अंमलात आणण्याची गरज पडेल. तोपर्यंत नदीचा उत्तमप्रकारे उपयोग करण्यास हानिकारक होणार नाहीत अशा रीतीने अनुपचारित अपशिष्टे नदीत सोडण्यात येत आहेत.

संदर्भ :-

१) एलिस, एम. एम., " इंडस्ट्रियल वेस्ट्स अँड फिश लाईफ, " स्युवेज वर्क्स जर्नल मधील उतारा, १८,४,७६४ (जुलै १९४०)

२) एल्ड्रिच, ई. एफ., इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट प्रॅक्टीस. न्यूयॉर्क, मॅक् ग्रॉहिल बुक कं. इन्कॉ., १९४२, पान ३३५.

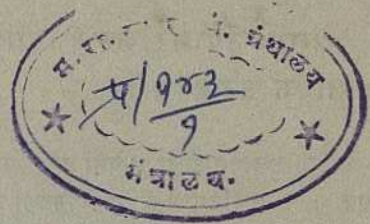
३) स्ट्रीम्के, ई., आणि डब्ल्यू. डब्ल्यू. एक्केन्फेलडर, इंजनिअरिंग रिसर्च बुलेटिन क्र. ३३, नॉर्थ कॅरालायना स्टेट कॉलेज, रॅले, एन. सी. (जानेवारी १९४७,)

४) अँडर्सन, बी. जी., " दि टॉक्सिसिटी थ्रेशोल्ड्स ऑफ व्हेरियस सोडियम सॉल्ट्स डिटर्मिन्ड बाय दी यूज ऑफ डॉफ्निया मॅग्ना " स्युवेज वर्क्स जर्नल, १८, १, ८२ (जानेवारी १९४६)

५) डिमिक, आर. ई., आणि एफ. मेरीफील्ड, "दि फिशस ऑफ Willamette रिव्हर सिस्टिम इन रिलेशन टू पोल्यूशन" स्युवेज वर्क्स जर्नल, १९, ५, ९५८ (सप्टेंबर १९४७)

६) साऊथ गेट, बी. ए., "ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट वॉटर्स," लंडन, हिज मॅजेस्टीज स्टेशनरी ऑफिस, १९४८, पान २५.





: १८ :

अंशत: उपचार केलेली औद्योगिक अपशिष्टे नाल्यात सरळ सरळ सोडून देणे

शहराच्या हद्दीबाहेरील जागांवर सुरू केलेल्या उद्योगांना अनेक वेळा पाणीं इतके जास्त लागते कीं त्यांना आपला स्वतःचाच पाणीपुरवठा विकसित करावा लागतो आणि त्याचप्रमाणे आपल्या अपशिष्टांची विल्हेवाट लावावी लागते. पुरेशा जागेची तरतूद करण्यासाठी आणि नागरी करातून सुटका करून घेण्यासाठी उद्योगाला द्यावे लागणारे हे एक मोलच आहे. अर्थात अशीही काही तुरळक उदाहरणे आहेत जेथे जवळपासच्या उद्योगातील अपशिष्टे सामाऊन घेण्यासाठी शहरी मलव्यवस्था विस्तृत करावी लागली; परंतु सामान्यतः जवळच्या विहिरीतून अगर नदीतून आपल्या संयंत्र–प्रक्रियेला लागणारे पाणी उद्योगाकडून वापरले जाते आणि प्रवाहाचा वापर अगर त्याच्या परिस्थितीचे काळजीपूर्वक विश्लेषण करून आपली अपशिष्टे त्याच प्रवाहात प्रस्त्रावित करण्यात येतात. मोठ्या सयंत्रातील अपशिष्टे इतकी जास्त प्रदूषित झालेली असतात की, नाल्यात सोडण्यापूर्वी त्यांच्यावर कोणते तरी उपचारण करावे लागते. अपशिष्ट जलाच्या मोठ्या राशीवर उपचार करणे खर्चाचे असल्याने संग्राही पाण्याच्या संरक्षणाच्या अनेक पर्यायी पद्धतींचे उद्योगांनी अन्वेषण करावे. जरी अशा अभ्यासास काळखाऊ सर्वेक्षणाची, विश्लेषणाची आणि मूल्यमापनाची जरूरी असली, तरी अपशिष्ट–उपचारणावर अमाप पैसा खर्च केल्याशिवाय उद्योगाला या उपायांना बगल देता येणार नाही. थोडक्यात सांगावयाचे झाल्यास, उद्योगाला आपल्या अपशिष्टाविषयी जितकी अधिक माहिती असेल तितका प्रत्यक्ष उपचारणावरील खर्च कमी लागेल.

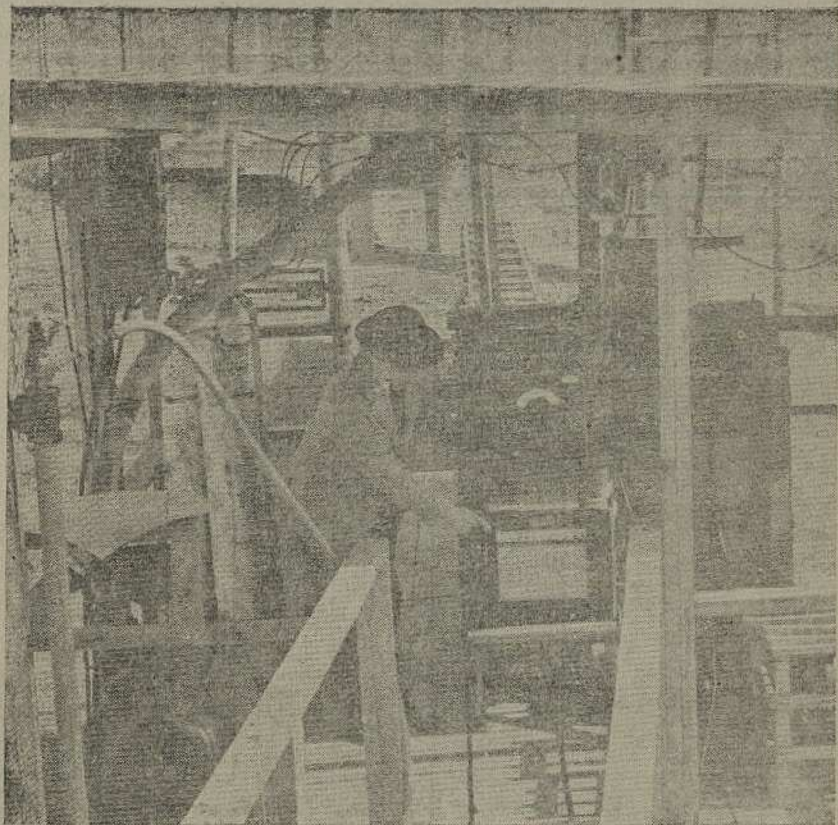
अंशतः उपचार करून अपशिष्ट नाल्यात प्रस्त्रावित करण्याचे एक व्यावहारिक उदाहरण :–

वाहित मलोपचाराची सुविधा नसलेल्या गिरण्यांच्या एका लहान कारखाने असलेल्या गावातील एक मोठी वस्त्रनिर्माण करणारी गिरणी नदीकाठावर उभारली आहे. ज्या नाल्यात गिरणीतील अपशिष्ट सोडण्यात येत होते त्याचे C वर्गीकरण केले होते कारण त्या नाल्याचा सर्वोत्तम वापर होण्यासाठी मासे जिवंत राहणे आवश्यक होते. गिरणीच्या अनुप्रवाही दिशेस दोन धरणे बांधून पाणी अडविले होते आणि परिणामतः उपद्रवी परिस्थिति निर्माण झाली होती. संयंत्राच्या थोडे वर नाल्यातून गिरणीस पाण्याचा पुरवठा करण्यात येत होता. तेथील जलाशय जेव्हा पूर्ण भरे तेव्हा त्यात सुमारे एक हजार दशलक्ष (Billion) गॅलन पाणी साठत असे. नाल्याच्या वर्गीकरणाप्रमाणे त्याची परिस्थिती गिरणीने राखावी असा शासनाचा आदेश होता. त्यामुळे नाल्यात थेट अपशिष्ट सोडण्यापूर्वी त्यावर संयंत्रात उपचार करण्याखेरीज गत्यंतर नव्हते. या उदाहरणातल्याप्रमाणे मोठ्या प्रमाणात असलेल्या अपशिष्टांवर व्यापक उपचार करणे हे अनेक वेळा आर्थिकदृष्ट्या आत्मघातकी होऊ शकते. म्हणून खर्च किमान व्हावा आणि त्याचवेळी शक्य तितकी उच्च कार्यक्षमता प्राप्त व्हावी, यासाठी आयोजन, संशोधन, आणि विश्लेषण व्यापक प्रमाणात करावे लागते. गिरणीतील अपशिष्टाचा BOD कमी करण्याचा उपाय म्हणून जैवी उपचारण व वातन करण्याच्या शक्यतेचे निर्धारण करण्यासाठी शासनाने गिरणीला सहा महिन्याची सवलतीची मुदत दिली होती.

या समस्या लक्षात ठेवून वस्त्रनिर्मिती गिरणीने लेखकाला अन्वेषणावर देखरेख ठेवण्यास व प्रायोगिक संयंत्रावरील सहा महिन्यांच्या अभ्यासातील निष्कर्षाचे विश्लेषण, अर्थबोधन (interpretation) आणि मूल्यांकन करण्यास पाचारण केले. व्यवस्थापकांना निश्चित शिफारशी करता याव्या म्हणून लेखकाने इनफ्लॅंट आणि नदीसंबंधीही अभ्यास केला आणि खालील गोष्टीचा व्यवस्थापकावर परिणाम व्हावा म्हणून त्यांच्याशी चर्चा केली.

---

* यापुढील कोष्टक १८–१ पान नंबर ३२२ वर पाहणे.



आकृति १८–१ प्रवेशी अपशिष्टाच्या pHचे अपशिष्ट–उपचारण–अभियंता निरीक्षण करत आहे.

(पान ३२४ वर पाहणे)

कोष्टक

प्रायोगिक संयंत्राच्या सहा महिन्याच्या

अपशिष्ट-प्रवाह वेग द. मि. स. गॅलन	धारक द्रोणीतील अवरोधन, तास	वातन टाकीतील अवरोधन, तास	अंतिम अवस्थापन द्रोणीतील अवरोधन, तास	हवेचा वेग, द. मि. स घनफूट	दर BOD पौंडास अंदाजी घनफूट हवा	चार तासात गोळा केलेल्या समिश्रांची संख्या	२०°C तपमानातील अनुपचारित अपशि-ष्टाचा BOD ppm
२	२७	१२	८	९०	५४००	६८	८३४
२	१०	१२	८	९०	५४००	१६	८४०
२	१०	१२	८	६०	३६००	१८	७९८
३	६	८	५ $\frac{1}{2}$	६०	२६५०	१९	८४२
४	५ $\frac{1}{4}$	६	४	६०	२४००	२२	७५०
६	३	४	२ $\frac{3}{4}$	८६–९५	२१३०	३०	८२२
४	५ $\frac{1}{4}$	६	४	६०	२०६५	१६	८७२

* सुमारे ९.० इतका pH कमी करण्याकरता–

१८–१

परिचालनाची संयुक्त माहिती–

प्राथमिक अवस्थापित अपशिष्टाचा BOD		वातनित अपशिष्टाचा BOD		अंतिम अवस्थापित अपशिष्टाचा BOD		(वातन करण्यापूर्वी) दररोज वापरलेली CO_2–पौंड *		
ppm	लघुकरण %	ppm	लघुकरण %	ppm	लघुकरण %	किमान	सरासरी	कमाल
३७४	५६.५	१९८	७६.३	२१०	७४.८	०	२	१०
७१०	१५.५	१९३	७७.१	१९६	७६.९	०	१०	६२
७११	१०.९	१९४	७५.९	२३१	७१.७	३	१७	५२
७०१	१५.५	३३०	६०.९	३३३	६०.४	१२	४८	१२१
७००	६.७	३५०	५३.८	३४६	५३.९	२७	४७	७६
७३०	११.२	४०२	५१.७	४१९	४९.०	४३	६५	९४
७५५	१३.४	५८३	३३.१	५६९	३४.८	नाही	नाही	नाही

अपशिष्ट–उपचारण हे उत्पादनाचे एक अभिन्न अंग आहे असे समजावे कमीत कमी खर्चात उपभोक्त्याला समाधान देईल असा पदार्थ निर्माण करणे हे उद्दिष्ट असते. तसेच अप–शिष्टाच्या विल्हेवाटीत किमान खर्चात संग्राही नदीचा दर्जा टिकून राहण्यासाठी निःस्रावाची प्रदूषणकारी अवस्था कमी करणे हा उद्देश असतो. अपशिष्ट–उपचारणाला बाजवीपेक्षा जास्त खर्च येणे अगर गरजेपेक्षा तो जास्त असणे हे योग्यप्रकारे धंदा चालविण्याच्या नियमाविरूद्ध होते; त्याचप्रमाणे अपशिष्टाच्या अपुऱ्या उपचारणावरून धंद्यातील असमाधानकारक निर्णय–शक्तीचे दर्शन होते, कारण लोकविरोधामुळे विक्रयास प्रतिरोध निर्माण होतो आणि ते एक वाईट सामाजिक दृश्य बनते. म्हणून अपशिष्ट–उपचारण योजनेत नदीतील प्रदूषणकारी भार पुरेशा प्रमाणात कमी करता येईल असा, किमान वातन, उदासीनीकरण आणि टाकीची धार–कता यांचा अंतर्भाव करण्यात आला पाहिजे.

प्रदूषण कमी करण्याच्या या तीन उपायांशिवाय वातन होत असताना काही सूक्ष्म जीव विकसित करता येतील; अपशिष्टातील सेंद्रीय द्रव्याचे विघटन करण्यास त्याची मदत होईल. परंतु या जीवाणूना योग्य प्रकारचे पर्यावरण लागते; हवा व pH हे त्यातील दोन महत्वाचे घटक असतात. परंतु पुरेशी विलीन हवा टिकविणे आणि जवळ जवळ उदासीन pH टिकवून ठेवणे यासाठी खर्च करावा लागतो. उदाहरणार्थ, लागणाऱ्या अवरोधन कालाच्या प्रमाणावरून धारक टाक्यांचा आकार ठरविता येतो.

कोष्टक १८–२

वस्त्र निर्मिति गिरणीतील अपशिष्टे * सोडण्यात आलेल्या नदीतील नमुन्यांचे निष्कर्ष –

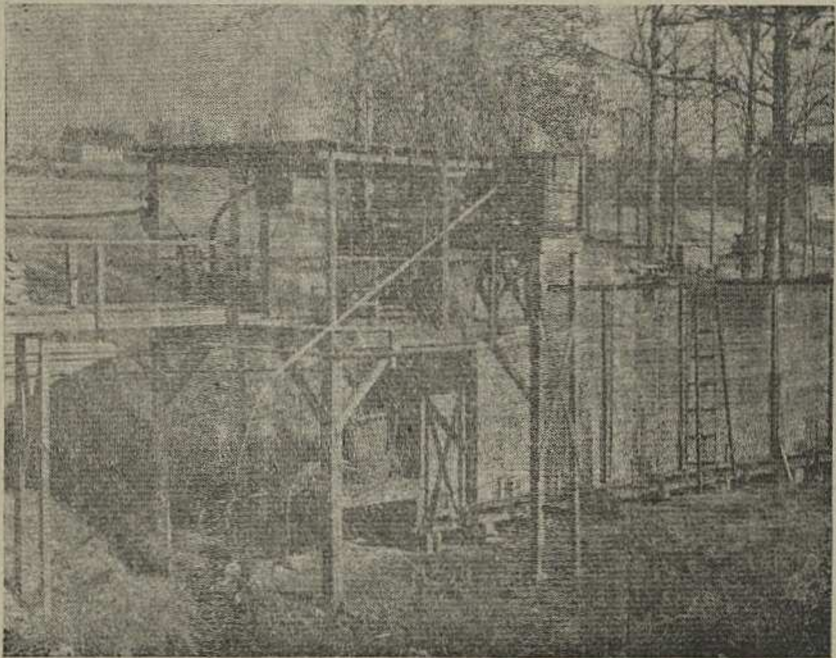
केंद्र क्रमांक आणि स्थान	प्रवाह द. लि. द. ल. गॅलन	विलान ऑक्सिजन		तपमान °C	२० °C तपमानातील ५ दिवसांचा BOD, ppm	pH	दुसऱ्या केंद्रापर्यंत प्रवाहास लागणारा वेळ	
		ppm	संपृक्त %				मिनिटे	सचयित मिनिटे
(नमुना घेण्याचे दिवस, ११ ते १४ ऑक्टोबर †)								
१ जल संयंत्र	१५.४	८.९	८९	१६	०.७५	६.८	०	०
२ जलप्रवेशाच्या किंचित खाली	१५.०	३.७	४२	२२	४००	१०.०	७५	७५
३ पहिला बंधारा	१५.४	०	०	२३	१८०	७.४	३७५	४५०
४ पूल	१५.४	०.३	३.२	१८.५	१६०	७.३	९०	५४०
५ दुसरा बंधारा	१५.४	०.९	१९	१६	१४२	७.४	७२०	१२६०
६ पूल	१५.४	०.३	३	१५	१२२	७.०	७५	१३३५
७ पूल	१५.४	१.६	१५.७	१५	१००	७.४	१३०	१४६५
(नमुना घेण्याचे दिवस, १८ ते २१ आक्टोबर ‡)								
१ जलसंयंत्र	१६.०	८.९	८४	१३	०.५०	७.१	०	०
२ अपशिष्ट प्रवेशाच्या किंचित खाली	१६.०	३.८	४१	२०	३२०	१०.३	७५	७५
३ पहिला बंधारा	१६.०	०.१§	०	१९	२५८	७.९	३७५	४५०
४ पूल	१६.०	०.०	०	१७	२०२	७.६	९०	५४०
५ दुसरा बंधारा	१६.०	२.४	२३	१३.५	१७१	७.४	७२०	१२६०
६ पूल	१६.०	०.८	७.४	१२	१३१	७.४	५	१३३५
७ पूल	१६.०	३.६	३३.३	१२	१४५	७.५	१३०	१४६५
(नमुना घेण्याचा दिवस, १६ नोव्हेंबर)								
१ अपशिष्ट प्रवेशाच्या किंचित खाली	१४	८.०	९४	२४	२८०	१०.७	०	०
२ अपशिष्ट प्रवेशाच्या किंचित खाली	१४	४.६	५३.३	२२	२४०	१०.४	३०	३०
३ पहिला बंधारा	१४	०.०	०	२०.५	२००	८.०	३७५	४०५
४ बंधाऱ्याच्या किंचित खाली	१४	०.०	०	१८०	१९०	७.२	६०	४६५

* लागोपाठ ४ दिवस नाल्यातून घेतलेल्या नमुन्यांचे हे सर्व आकडे सरासरी दाखवितात.

† पहिल्या केंद्राच्या खालच्या बाजूस इमहॉफ टाकीतील वाहितमलाच्या क्लोरिनीकरणासह.

‡ पहिल्या केंद्राच्या खालच्या बाजूस इमहॉफ टाकीतील वाहितमलाचे क्लोरिनीकरण न करता.

§ एका नमुन्यात ०.४ ppm दिसून आला; तीन्हीत ०.० ppm दिसून आला.



आकृति १८–२ वस्त्रनिर्मिति गिरणीतील अपशिष्टांवर उपचार करण्याच्या पद्धतींची चाचणी करण्याकरता बांधलेल्या प्रायोगिक संयंत्राचे पार्श्व दृश्य –

१८-१ कार्यपद्धती -

वस्त्रनिर्मिति गिरणीतील प्रायोगिक संयंत्रात धारक द्रोणी, वातन टाकी आणि अंतिम अव-स्थापन टाकीचा समावेश होता. या साधनांच्या योगे शिवाय जैवी ऑक्सिकरण, यांच्यायोगे-वाजवी खर्चात-नदीचे "मत्स्यविषयक" वर्गीकरण टिकवता येईल अगर कसे हे निश्चित कर-ण्यासाठी सहा महिने परिचालन करावे लागले. चार स्वतंत्र अन्वेषणांत या षण्मासाच्या अध्ययनाचे खालीलप्रमाणे विभाजन करण्यात आले.

१) प्रायोगिक संयंत्राची कार्यक्षमता.

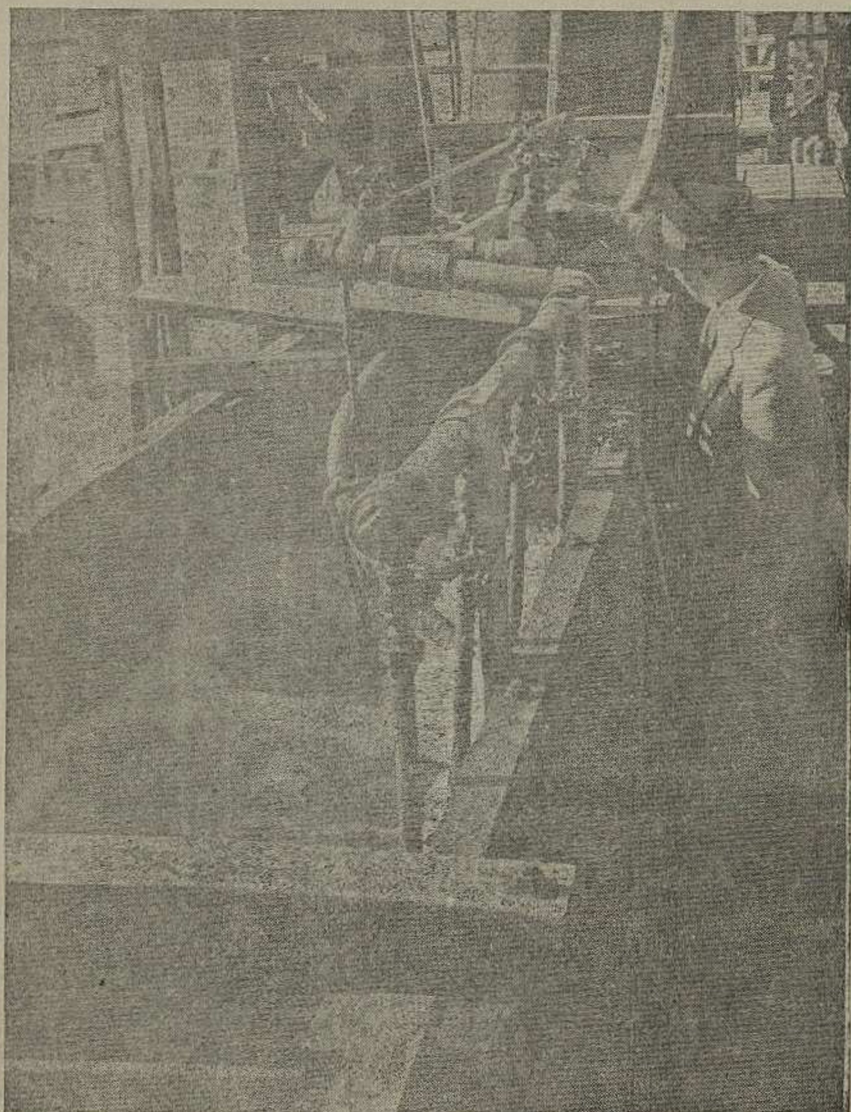
२) संग्राही जलाची वैशिष्ठ्ये.

३) अपशिष्टांची शक्ति कमी करण्यासाठी अविलेय पांजणीकरण करण्या (sizing) ऐवजी विलेय पांजणीकरण करणे.

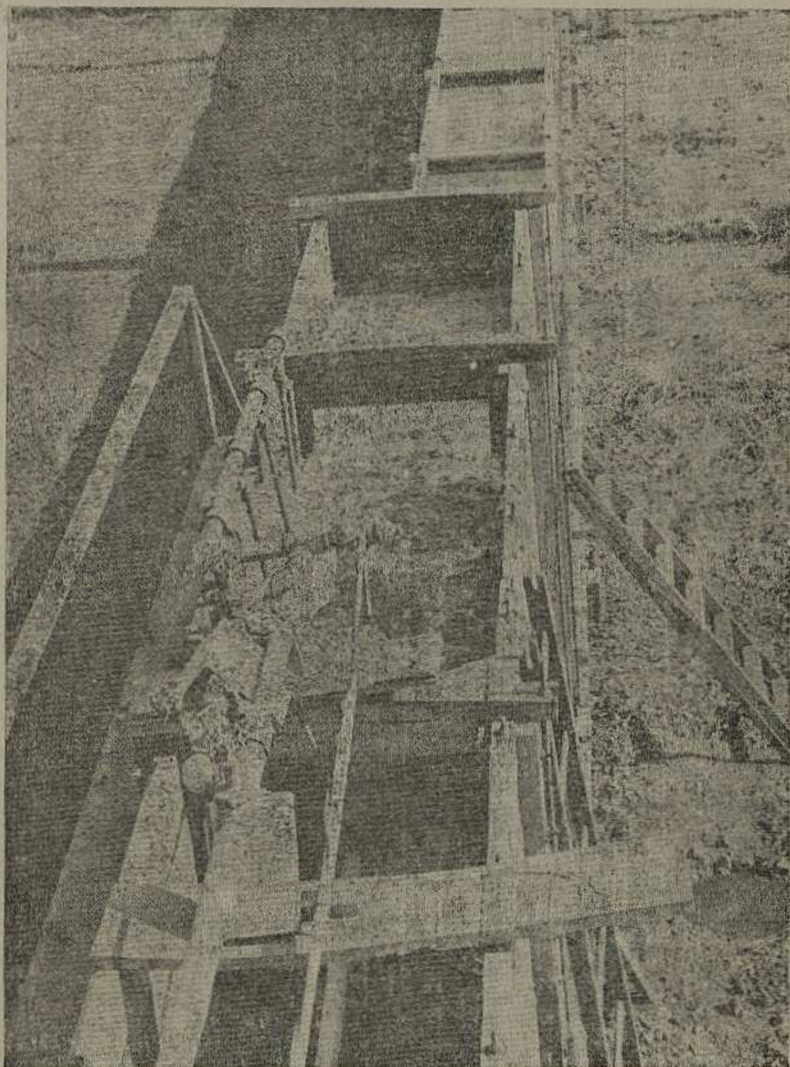
४) वैयक्तिक अपशिष्ट-नळातील राशी आणि भार.

संपूर्ण कालात प्रायोगिक संयंत्र अखंड चालू ठेवले होते. हवा आणि अपशिष्टाचे प्रमाण बदलत होते, आणि अशा उपचारणाच्या कार्यक्षमतेची कसोटी म्हणून BOD चा उपयोग कर-ण्यात आला. को. १८.१ मध्ये निष्कर्ष सादर केले आहेत. आ. १८-१ ते १८-४ मध्ये संयं-त्राची छायाचित्रे दाखविली आहेत.

आक्टोबरच्या मध्यावर दोन आठवडे नदीमधून नमुने घेण्यात आले आणि नंतर नोव्हेंबर मध्ये ते पुनः एक दिवस घेतले. नदीतील प्रवाह मुद्दाम द. दि. १५ गॅलन ठेवला होता व त्या-करता जलाशयावरील परिवाहाचे नियंत्रण केले होते. को. १८-२ मध्ये निष्कर्ष सादर केले आहेत. ऑक्सिजनचे नमन वक्र आणि BOD ची रूपरेखा आ. १८.५ मध्ये आरेखित केली आहे. नदीतील गेल्या ५ वर्षांतील सरासरी मासिक प्रवाह को. १८-३ मध्ये दिले आहेत.



आकृति १८–३ वातन टाकीतील अपशिष्टात पोषण होत असलेल्या एकूण हवेची नोंद करणाऱ्या वायुवेगमापीचे (anemometer) निरीक्षण परिचालक करत आहे.



आकृति १८–४ वरून पाहिलेली वातन द्रोणी. चित्राच्या वरच्या बाजूस अंतिम अवस्थापन द्रोणी आहे.

स्टार्चच्या बदली दुसरा पदार्थ वापरण्याविषयीचे प्रयोग लेखकाने केले: कॅर्बॉक्सी मेथिल सैल्यूलोज आणि येन्फर गोंद ३०० या स्टार्चच्या बदली वापरावयाच्या दोन पदार्थांची सर्वसाधारण वापरण्यात येत असलेल्या पर्ल स्टार्चशी तुलना करण्यात आली. को १८–४ मध्ये निष्कर्ष दिले आहेत व आणखी निष्कर्ष को. १८–५ मध्ये दिले आहेत.

कोष्टक १८–३

वस्त्र निर्मिति गिरणीतील अपशिष्ट सोडण्यात आलेल्या नदीच्या प्रवाहाची राशि–

महिना	दररोजचा सरासरी प्रवाह			द. दि. द. ल. गॅलन	
	१९५४	१९५३	१९५२	१९५१	१९५०
जानेवारी	१६७.२	७३.४	५४.७	४४.५	७३.८
फेब्रुवारी	५५.०	९८.५	७०.०	५२.९	६२.५
मार्च	७१.०	८०.०	१५१.१	७६.४	७०.६
एप्रिल	७७.१	४८.४	९३.८	६२.७	६८.६
मे	५६.०	६९.६	५६.०	३७.३	४९.३
जून	३७.३	६७.५	३८.८	४८.२	६८.०
जुलै	२६.०	३०.९	३०.५	२५.२	६३.१
ऑगस्ट	२८.६	२६.५	४०.८	२८.३	३५.९
सप्टेंबर	१०.६	२३.८	२७.७	३४.२	४८.४
ऑक्टोबर	८.३*	२४.७	२६.५	२२.०	४७.७
नोव्हेंबर	११.६*	२७.७	३२.०	३६.८	३८.१
डिसेंबर	२३.३*	७०.१	४१.४	१४५.१	८१.०
रोजची सरासरी	४६.९	५३.४	५५.३	५१.१	५८.९

* अंदाजी

कोष्टक १८–४

स्टार्चच्या ऐवजी दुसरा पदार्थ वापरण्याविषयी केलेल्या प्रयोगांचे निष्कर्ष –

पांजणींकरण संयुग ‡	तयार करण्याची पद्धत	प्रयोगशाळेतील BOD चे अध्ययन			
		BOD (५दिवस, २०°C)		BOD १०दिवस. २०°C	
		ppm	% लघुकरण	ppm	% लघुकरण
पर्ल स्टार्च (१००%)	न्होझाइमसह १६०°F तपमानात ४ तास तापविले; अंतिम द्रावण ०.१%	८००		८७४	
६५% पर्ल स्टार्च ३५% कॅर्बॉक्सीमेथील सेल्यलोज	तीच	३३६	५८.३	५२५	१०
पेन्फर गोंद ३०० (१००%)	तीच	३६९	५३.९	५११	४१.५
६५% पर्ल स्टार्च, ३५% कॅर्बॉक्सीमेथील सेल्यूलोज	२०५ °F तपमानात २० मिनिटे तापविण्यात आली. एंझाइम्स मिसळली नव्हती. अंतिम द्रावण ०.१ %	२८३	६४.६	२६५	६९.७
पेन्फरगोंद ३०० (१०० %)	तीच	३२१	६०.०	३१८	६३.७

कोष्टक १८–५

स्टार्चच्या ऐवजी दुसरा पदार्थ वापरण्याच्या संबंधात आणखी केलेल्या प्रयोगांचे आणखी निष्कर्ष

पांजणीकरण संयुग	२० °C तपमानातील BOD* ppm			
	५ दिवस	१० दिवस	१५ दिवस	२० दिवस
६५ % पर्ल स्टार्च ३५ % CMC (०.१% द्रावण)	३८६	४८३	६००	४५० †

* सरासरी: ४ बाटल्या (२ तनुकरणे, दुहेरी नमुने) दररोज.
† BOD च्या व्याप्तीत नमुने अपुरे.

कोष्टक १८–६

गिरणीतील अपशिष्ट–नळाच्या निर्गमद्वाराजवळ BOD करता चाचण्या –

अपशिष्ट-नळ	दिनांक	प्रवाह, द. दि. द. ल. गॅलन	BOD		पांजणीकरण संयुग, प्रकार आणि %
			ppm	पौंड/दिवस	
क्र. ४ चे अपशिष्ट (विपांजणीकरण नळ)	८/२२/२३/५५	२.४९	१०४०	२१६००	स्टार्च (१००%)
क्र. ४ चे अपशिष्ट (विपांजणीकरण नळ)	१२/९/५५	~२.४९*	८१३	~१६९००	शुद्ध स्टार्च (६०%) CMC आणि स्टार्च + पेन्फर गोंद ४०%

* नक्की प्रवाह निश्चित केला नव्हता.

कोष्टक १८–७

२२–२३ ऑगस्टला २४ तासांकरता मापन केलेल्या अपशिष्ट प्रवाहाच्या† आणि BOD भाराच्या मापनांचे निष्कर्ष –

क्रमांक	अपशिष्ट नळ	प्रवाह		BOD		
		द. दि. द. ल. गॅलन	एकूणाची %	ppm	एकूणाची %	पौंड/दिवस
१	रंग	१.७३५	२८.२	३२०	१३.०२	४६३५
२	स्टार्च	०.९५०	१५.४५	४४०	९.८१	३४८५
३	कियर (विरंजन)	०.९७१	१५.८०	७२०	१६.४०	५८३०
४	विपांजणीकरण	२.४९०	४०.५०	१०४०	६०.८०	२१६००
	व्यक्तिगत मापन केलेल्या (४ नळांची बेरीज) एकूण	६.१४६				३५५५०
	मापन केलेल्या निःस्त्रावाच्या बेरजा	६.०९		६३०		३२०००

कोष्टक १८–८

मासे पकडण्याच्या (C)* वर्गाकरता दर्जाची मानके

घटक	विनिर्देश
तरंगणारे घनपदार्थ, तेले, अवस्थापनशील घनपदार्थ, अवमल निक्षेप	सहज दिसणारी आणि वाहितमलाशी संबंध असलेली अपशिष्टे आणि संग्राही पाण्यातील या घटकांच्या राशी, प्रस्त्रावित केलेल्या अपशिष्टाबरोबर समुचित प्रमाणात तनुकरण आणि मिश्रण होण्याची संधी मिळाल्यावर, ज्यामुळे मापता येण्या– इतक्या वाढतात अशा औद्योगिक-----अगर अन्य अपशिष्टांना (परवानगी) नाही.
pH	६.० व ८.५ च्या दरम्यान मर्यादांत राहू शकतो, मात्र दलदल युक्त पाण्यात तो ५.० व ८.५ च्या दरम्यान असावा.
विलीन ऑक्सिजन	२ ppm पेक्षा कमी नसावा.
विषाक्त अपशिष्टे, हानिकारक पदार्थ, रंगीत अगर अन्य अपशिष्टे, अथवा तापविलेले द्रव्य	जर हे पदार्थ एकटे अगर अन्य पदार्थाशी अथवा अपशिष्टाशी संयोग झालेले असे या वर्गाशी जोडलेल्या विशिष्ट पाण्याकरता जलप्रदूषण नियंत्रण प्राधिकारिणीने निर्धारित केल्याप्रमाणे मासें जिवंत राहण्यास हानिकारक होतील अथवा पाण्याच्या अन्य उत्तम उपयोगास बाधा होईल अशा पुरेशा राशीत अगर तप– मानात असतील तर, त्यांना परवानगी नाही.

* शासकीय नियमाप्रमाणे मासे जिवंत राहण्यास, औद्योगिक आणि शेतीच्या वापरास व कमी दर्जाचे पाणी लागणाऱ्या अन्य कार्यास हे पाणी उपयुक्त असते.

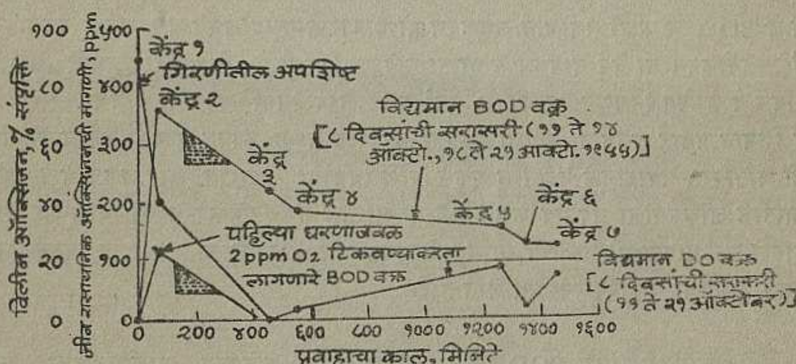
गिरणीतील अपशिष्ट –

नळांतून नमुने घेण्यात आले आणि फक्त स्टार्च वापरली तेव्हा आणि स्टार्च बदली (अन्य) पदार्थ वापरले तेव्हा त्यांचे विश्लेषण केले व त्याचे निष्कर्ष को. १८. ; त सादर केले आहेत.

सर्व चारी अपशिष्ट नळसमूहांचे आणि एकत्रित निःस्रावाचे २२ ऑगस्ट या सामान्य परिचालनाच्या दिवशी २४ तास सर्वेक्षण करण्यात आले; प्रत्येकाचा प्रवाह आणि BOD को. १८–७ मध्ये दिले आहेत. नदीच्या ह्या दर्जाच्या मानकांचे वर्णन को. १८–८ मध्ये केले आहे.

१८–२ नद्यांचा अभ्यास –

गिरणीच्या खालच्या बाजूस नदीच्या ऑक्सिजन वक्रावरून असे दिसून आले कीं ३ ऱ्या केंद्रावर पहिल्या बंधाऱ्याजवळ नमनाचा (sag) तळ होता (आ. १८–५ पहा). त्या बिंदूच्या खाली नदीत कांहीशी सुधारणा दिसून आली. आरेखित केलेल्या निष्कर्षावरून असे निदर्शनास येते कीं, गिरणीच्या पातमुखा (outfall) पासून पहिल्या बंधाऱ्यापर्यंत नदीचा पसारा चिंताजनक (critical) होता. हे अंतर फक्त सुमारे २ मैल होते आणि सरासरी प्रवाह काल सुमारे ४५० मिनिटे अथवा साडेसात तास होता असे दिसून आले. ह्या दोन मैलांच्या लांबीत BOD झपाट्याने कमी होत गेला आणि त्यावरून ऑक्सिजनचा वापर जलद गतीने होत असल्याचे दिसून आले. आठ दिवसाच्या सर्वेक्षणातून निर्धारित केलेला सरासरी BOD (आकृति



आकृति १८–५ या प्रकरणात चर्चिलेली नदीतील विलीन ऑक्सिजन आणि BOD ची रूपरेखा –

१८–५), गिरणीतील निःस्त्रावाच्या जागेच्या किंचित खाली, ३६० ppm होता आणि बंधाऱ्याजवळ तो फक्त २१९ ppm होता. याचा अर्थ असा होतो कीं, ह्या चिंताजनक पत्रातBOD चे १४१ ppm इतके लघुकरण घडून आले. जर नदीतील प्रारंभिक BOD, १४१ ppm पर्यंत कमी करता आला आणि त्याच शीघ्र गतीने सेंद्रियकरण कमी करता आले तर पहिल्या बंधाऱ्याजवळ सैद्धांतिकरित्या यातील काहीही शिल्लक राहणार नाही.

दररोज ०.३ ते ०.६ इतक्या विऑक्सिजनीकरणाचा संबंध गिरणीतील पातमुख आणि पहिला बंधारा, यांच्या दरम्यानच्या सेंद्रीय विघटनाशी लावता येईल. तिसऱ्या केंद्राजवळ ऑक्सिजनचा पूर्णपणे अभाव असल्याने, जरी त्या क्षेत्रातील पुनर्वातनचा वेग अचूकपणे निर्धारित करता आला नाही तरी. कांही गोष्टी गृहीत धरून गणन करून तो अत्युच्च होता हे उघड झाले. या अंदाजी $\overline{K}_1$ व $\overline{K}_2$ मूल्यांचा वापर केल्याने ६० ते ७० प्रतिशत् BOD चे लघुकरण झाले आणि २ ppm विलीन ऑक्सिजन टिकून राहण्यासाठी त्याची आवश्यकता होती असे दिसून आले. हे लेखाचित्रिय पद्धतींने आ. १८–५ मध्ये अभिव्यक्त केले आहे. पहिल्या बंधाऱ्याच्या किंचित वरच्या बिंदूजवळ शून्य BOD मिळावा म्हणून BOD वक्राशी एक समान रेघ काढली. दुसऱ्या केंद्राजवळ सुमारे १२० ppm BOD (३६० ppm च्या ऐवजी) हवा आहे, म्हणजेच BOD चे ९७ प्रतिशत लघुकरण घडून यावयास हवे. म्हणून संख्यात्मकरित्या आणि लेखाचित्रियरीत्या अशा दोन्ही पद्धतीने असे दाखविता येईल की, तिसऱ्या केंद्राजवळ २ ppm विलीन ऑक्सिजन टिकून राहण्यासाठी BOD त ६० ते ७० प्रतिशत घट करता आली पाहिजे. प्रवाह मंद असण्याच्या काळात उच्च प्रमाणात ऑक्सिजनीकरण झालेले स्वच्छ तनुकृत पाणी असणे हे BOD चे काही प्रमाणात लघुकरण होण्याच्या समतुल्य असते असे मानता येईल. उदा. विऑक्सिजनीकरणाचा वेग सामान्य असताना पहिल्या दिवशी ५ दिवसांचा सुमारे BOD ५ पौंड विलीन ऑक्सिजनचा वापर करील. पूर्वी कथन केल्याप्रमाणे, सध्याचा रोजचा १५ द. ल. गॅलन किमान प्रवाह असताना नदीचा अभ्यास करण्यात आला. स्वच्छ पाणी असणाऱ्या कोणत्याही अतिरिक्त प्रवाहामुळे नदीतील एकूण ऑक्सिजनच्या भांडारात साहजिकच वाढ होईल. प्रत्यक्षातील आकड्यांचा उपयोग करून केलेल्या खालील संगणनावरून वरील बाजूच्या स्वच्छ पाण्याच्या साठ्याच्या मौलिकतेची आणि परिणामतः गिरणीच्याखाली उपलब्ध असलेल्या मंद प्रवाहात होणाऱ्या वाढीची स्पष्टता ज्ञात होईल.

नदीतील तनुकरणाचा BOD च्या लघुकरणावरील परिणाम खालीलप्रमाणे असतो (ऑक्सिजन) दर गॅलनमध्ये ८.३४ पौंड पाणी असते ही गोष्ट ध्यानात ठेवून सध्याच्या नदीतील परिस्थितीत (अप्रवाही साठा १०००००० गॅलन, उन्हाळयातील किमान प्रस्त्राव द. दि.

१५ द. ल. गॅलन) आपणाला असे दिसून येईल कीं,

द. दि. १५ द. ल. गॅ. × ८.३४ पौं. / गॅ. × अपरप्रवाही ८ ppm DO
= ∽ १००० पौंड O_2 / दिवस उपलब्ध होईल.

दर दिवशी ०.१ ह्या विऑक्सिजनीकरणाच्या सामान्य वेगाने हा O_2, पुनर्वातन सोडून २०^{0}C तपमानातील ५ दिवसाचा द. दि. ३३०० पौंड BOD असलेल्या प्रदूषण भाराची, काळजी घेईल. (गंभीर प्रवाह असताना येथे पहिल्या दिवशी ५ दिवसाच्या BOD पैकी फक्त ३० टक्क्याचेच समाधान होईल असे गृहीत धरले आहे.)

तनुकरणात वाढ करून नदीची परिस्थिती बदलण्याने (अपरप्रवाही साठ्यासाठी १५००००००० गॅलन, उन्हाळ्यातील किमान प्रस्त्राव द. दि. २२.५ द. ल, गॅलन) आपणास नदीत, द दि. २२.५ द. ल. गॅ. × ८.३४ पौं / गॅ. × अपरप्रवाही ८ ppm BOD
= ∽ १५०० पौंड O_2 / दिवस, उपलब्ध होतो.

दररोजच्या विऑक्सिजनीकरणाच्या ०.१ या सामान्य वेगाप्रमाणे पुनर्निवातन सोडून, हा O_2 सुमारे ५००० पौंड BOD असलेल्या प्रदूषणाच्या भाराची काळजी घेईल. म्हणून प्रवाह–मानकांची पूर्तता करण्याकरता लागणाऱ्या ७० प्रतिशत् (२३००/३३००) लघु-करणाऐवजी फक्त २३००/५००० अथवा सुमारे ४६ टक्के लघुकरण करण्याची गरज पडेल. ह्याचाच अर्थ असा कीं, ह्या तनुकरणाचा परिणाम ढोबळपणे BOD च्या २४ प्रतिशत् लघु–करणाच्या समतुल्य होईल.

१८–३ प्रायोगिक संयंत्रावरील निष्कर्ष–

धारक, वातन, आणि अंतिम अवस्थापन द्रोण्या एकत्रित केलेल्या संयंत्रात ३५ ते ३७ टक्के BOD चे निष्कासन झाल्याचे दिसून आले. सहा महिन्याच्या कालावधीत चार तासाचे एकूण १८९ संयुक्त नमुने गोळा करण्यात आले आणि त्यांचे विश्लेषण केले. धारक द्रोणीतील गिर–णीच्या अपशिष्टाचा अवरोधन काल, अपशिष्टावर लागू केलेल्या वातनाची राशि, आणि pH च्या लघुकरणाची मात्रा (को. १८–१), यांच्यावर BOD च्या निष्कासनाची टक्केवारी अव–लंबून होती. १० तासापर्यंत अपशिष्ट साठवून ठेवून आणि द. मि. स ६० घन फूट या वेगाने वातन करून BOD चे एकूण लघुकरण ७१ टक्के करता आले. विल्हेवाटीचे इतर उपाय न करतासुद्धा उपचारणाची ही पद्धत स्वीकारणीय होऊ शकेल. तथापि, इतक्या मोठ्या प्रमाणात हवा आणि CO_2 चे उत्पादन करण्याकरता साधने बसविण्यास आणि त्यांची देखभाल करण्यास

जबर खर्च येईल. CO_2 चे प्राप्तिस्थान म्हणून बॉयलरमधील दूग्ध (Fhu) गॅस वापरता येण्याच्या आणि अपशिष्टांचे ऑक्सिजनीकरण करण्यासाठी कमीं वातन काल वापरण्याच्या शक्यतेचा गिरणीच्या चालकांनी जरूर अभ्यास करावा. जेव्हा अपशिष्ट २४ तास साठवून ठेविले तेव्हा वातनापूर्वी अगदी थोडा CO_2 लागला. नव्हे CO_2 ची जरूरीच लागली नाही असे आढळून आले. CO_2 शी उदासीनीकरण न करता ५ तासांचा धारक काल ठेवून व ६ तास वातन करून केलेल्या एका प्रयोगात BOD चे सुमारे ३५ प्रतिशत् लघुकरण झाले (को. १८–१). अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीकरता ६० ते ७० टक्के BOD चे लघुकरण करता येईल अशा अनेक योजना खालील प्रमाणे सुचविण्यात आल्या. प्रायोगिक संयंत्रणाच्या अभ्यासावर ह्या योजना आधारित केल्या आहेत.

१) २७ तास खांजण + ४०% करडया रंगाच्या मालावर बदली म्हणून विलेय सज्जीकरण (sizing),

BOD लघुकरण (५६.५%) + (१४.५%)* = ७१%

२) २७ तास खांजण + ४ तास वातन,

BOD लघुकरण (५६.५%) + (१५%) = ७१.५%

३) ३ तास धारक द्रोणी + ४ तास वातन + ४०% करडया रंगाच्या मालाच्या ४० टक्क्यावर बदली म्हणून विलेय सज्जीकरण,

BOD लघुकरण (१३.५%) + (३६.५%)+ (१४.५%) = ६४.५%

४) १० तास धारक द्रोणी + १२ तास वातन,

BOD लघुकरण (१०.९%) + (६०.१%) = ७१%

५) धारक द्रोणी ६ तास + ८ तास वातन + करडया रंगाच्या मालाच्या ४० टक्क्यावर बदली म्हणून विलेय सज्जीकरण

BOD लघुकरण (१५.५%) + (४४.९) + (१४.५%) = ७४%

६) क्र. ३ व क्र. ४ च्या अपशिष्टांचे वियोजन* + २४ तास धारक खांजण + ४–१२ तास वातन,

BOD लघुकरण (५६.४×६१%) + (२३.५×६१%) = ७०५०%

---

* विलेय सज्जीकरणाच्या लघुकरणावरून अंदाज केला.

* वियोजनाचे उपचारण करावयाच्या अपशिष्टाची राशि दर दिवशी सुमारे ६.२ द. ल. गॅलन पासून ३.४ द. ल. गॅलन पर्यंत कमी होते पण १२ तासापर्यंत उरलेल्या अपशिष्टांच्या वातनाने BOD चे एकूण लघुकरण फक्त ८० टक्के. अथवा ०.८०×६१% = एकुणाच्या ५० टक्केच होते. लघुकरण ७० टक्के प्राप्त करणे आवश्यक असल्याने क्र. १ आणि क्र. २ या दोन्ही अपशिष्टांचे सुद्धा कांही प्रमाणात उपचारण केले नाही तर वियोजन व्यवहार्य होणार नाही.

७) १५००००००० गॅलन अपरप्रवाही साठ्यात वाढ, म्हणजेच ३ महिन्याच्या उन्हा ळ्याच्या मोसमात द. दि २२.५ द. ल. गॅलन किमान प्रवाह + जैवी–ऑक्सिकरण द्रोण्यापर्यंत दगडी फरशी बसविलेले चर (२७ तास अवरोधन)

BOD समतुल्य लघुकरण (२४%) + (५६.५%)
= ८०.५ %

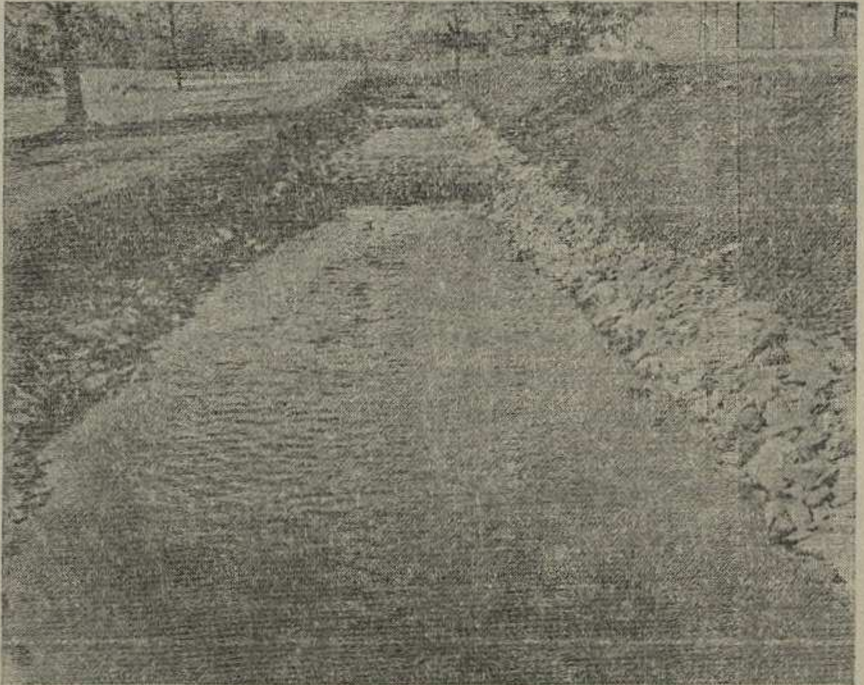
वरील पर्यायी पद्धतींचे काळजीपूर्वक विश्लेषण केल्यानंतर ७ क्रमांकाची योजना अधिक गुणी असल्याचे दिसून येते. अपरप्रवाही बाजूकडे पुरेशा प्रमाणात स्वच्छ पाणी उपलब्ध असल्याने (को १८–३), मंद प्रवाहाच्या काळात नदीला पूरक म्हणून हे पाणी साठवून ठेवता येईल. हे कार्य वाजवी खर्चात साध्य करता येईल आणि त्याचा भविष्यकालीन परिचालन खर्च अगदी कमी येईल, कदाचित खर्चच येणार नाही. नदीतील मंद प्रवाहाच्या कालात ह्या योजनेत केवळ तनुकरणच करता येईल असे नसून २७ तासपर्यंत ऑक्सिकरण द्रोण्यात अपशिष्टे रोखून धरण्याने BOD मध्ये ५६.५ टक्के लघुकरणही होईल. तनुकरणाने प्राप्त झालेल्या २४ टक्के BOD चे समतुल्य लघुकरणात मिळविल्यानंतर एकूण उपचारणात BOD च्या सुमारे ८० टक्के लघुकरणांच्या समतुल्य लघुकरण प्राप्त होईल.

को. १८–३ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे स्वच्छ पाण्याचा काटकसरीने साठा करणे शक्य आहे असे आढळून आले, कारण पाच वर्षांच्या काळातील जानेवारी ते जुलै या महिन्यापैकी कोणत्याही ३ महिन्यांच्या काळातील साठ्यातून नदीत दररोज २२.५ द. ल. गॅलन पेक्षा जास्त प्रवाह टिकून राहण्याकरता लागणाऱ्या पाण्यापेक्षा जास्त पाणी उपलब्ध होते. पाच वर्षांच्या काळात जानेवारीपासून जुलैपर्यंतच्या काळात कोणत्याही महिन्यातील सरासरी प्रवाह द. दि. २६ द. ल. गॅलनपेक्षा कमी झाला नव्हता.

१८–४ विलेय सज्जीकरणाचे प्रतिष्ठापन–

६५ टक्के पर्लस्टार्च आणि ३५ टक्के कॅर्बॉक्सिमेथिल सेल्युलोज (CMC) यांच्या मिश्रणामुळे शुद्ध पर्लस्टार्च वापरून प्राप्त होणाऱ्या ५ दिवसाच्या २०°C तपमानातील BOD पेक्षा ६४.६ टक्के कमी BOD मिळाला (को १८–४) शिवाय एन्झाइम्सची जरूरी पडली नाही. कारण गरम पाणी वापरून कपड्यावरील सज्जीकरण सहज धुवून टाकता येते. ३०० च्या श्रेणीतील पेन्फर गोंदाने ५ दिवसाच्या BOD चे ६० टक्के लघुकरण झाल्याचे दिसून आले. १० दिवसानंतर सुद्धा शुद्ध स्टार्च जेव्हा वापरण्यात येतो तेव्हा प्राप्त झालेल्या BOD च्या

मूल्यांच्यापेक्षा ६३.७ ते ६९.७ टक्के ती मूल्ये कमी असतात. २०°C तपमानातील ५–, १०–, आणि २०– दिवसांची BOD ची अंदाजी मूल्ये अंतिम प्रयोगात तपासण्यात आली (को. १८–५). विलेय सज्जीकारकातील ऑक्सीकरणात कोणच्याही प्रकारे विलंब (Lag) झाल्याचे दिसून आले नाही. प्रयोग शाळेतील BOD च्या निष्कर्षांना क्षेत्रिय अभ्यासात (को. १८–६) पुष्टी मिळाली; तथापि, त्यांचा फक्त एकच दिवसाच्या प्रत्यक्ष चाचणीशी संबंध आला. स्टार्च व CMC, अथवा ३०० व्या श्रेणीतील पेन्फर गोंद वापरण्याच्या फायद्यासंबंधी लेखकाच्या मनात अजिबात संदेह नाही. त्याचा वापर करून निश्चितपणे BOD चे लघुकरण



आकृति १८–६. वस्त्रनिर्मिति गिरणीतील अपशिष्ट, दगडाची फरशी बसविलेल्या उथळ चरातून, जैवी ऑक्सिकरण द्रोणीकडे वाहून जात आहे; तेथे ते किमान २४ तास साठवून ठेवण्यात येईल.

प्राप्त करावयाचे आहे. तथापि, विलेय सज्जीकारांना किंमत जास्त पडत असल्यामुळे येणारा परिचालन खर्च आणि टाकाऊ द्रव्याची वाढती टक्केवारी, यांचा बदलावर परावर्तक (deterrent) परिणाम होतो. जर ह्या हरकतींवर मात करता आली तर कमी प्रदूषणकारक अपशिष्ट प्रस्त्रावित करता येईल.

या संयंत्रातून चार मुख्य अपशिष्टे तयार होतात; रंग, स्टार्च, कियरी (अथवा विरंजक) व डीसाईझ (कों. १८-७). डीसाईझ अपशिष्ट हे त्यातील मुख्य गुन्हेगार अपशिष्ट असते व ते ६०.८ टक्के BOD भार आणि ४०.५ टक्के प्रवाहास सहाय्यक असते. अन्य तीन अपशिष्टे तुलनेने कमी BOD भार आणि प्रवाहास कारणीभूत होत असल्याने विशेषतः BOD चे उच्च प्रमाणात लघुकरण करावे लागत असल्याने, वियोजन शक्य होईल असे दिसत नाही. चाचणीच्या दिवशी (बांधपेटीने) मापन केलेला एकूण प्रवाह द दि. ६.०९ द. ल. गॅलन होता. एकूण BOD भारण रोज ३२००० व ३५५०० पौंडाच्या दरम्यान होते. अपशिष्ट अतिरंगीत व गरम होते, आणि त्याचा संयुक्त pH सुमारे ११ किंवा त्यापेक्षा जास्त होता. प्रवाहाची मानके (कों. १८-८) नदीत टिकून राहण्यासाठी अपशिष्टावर उपचार करणे निश्चितच आवश्यक होते.

शिफारशींची यादी खाली दिली आहे –

१) अपरप्रवाही बाजूवर १.५ अब्ज गॅलन पाण्याच्या साठ्याची तरतूद करावी. उन्हाळ्यातील परिचालनाच्या काळात त्यामुळे तीन महिन्याकरता द. दि. किमान २२.५ द. ल. गॅलन मंद प्रवाहाची तरतूद होईल.

२) किमान २४ तास साठवणाची तरतूद केलेल्या जैवी ऑक्सीकरण द्रोणीत दगडी फरशी बसविलेल्या उथळ चरातून गिरणीतील संपूर्ण अपशिष्ट वाहून न्यावे. द्रोणी ४ फुटापेक्षा खोल असू नये आणि कमीतकमी लघुपथ प्राप्त होईल अशी तिची संरचना असावी. ह्या दोन्हीही शिफारशींचे संयंत्रात पालन करण्यात आले होते. जैवी ऑक्सीकरण द्रोणीत अपशिष्ट वाहून नेणारा उथळ दगडी फरशीं बसविलेला चर आ. १८–६ त दाखविला आहे आणि आ. १८–७ मध्ये द्रोणी भरण्यापूर्वी पहिल्या ऑक्सीकरण द्रोणीकडे जाण्याचा मार्ग दाखविला आहे.

३) पूर्ण वेळ काम करणाऱ्या अर्हताप्राप्त अभियंत्याला (ज्याला विशेषतः पाणी व अपशिष्ट यांच्यावरील उपचारणाचा अनुभव आहे) अपशिष्टाच्या उपचारणावरील पर्यवेक्षकाच्या हुद्यावर नेमावे. अनुपचारित अपशिष्ट आणि ऑक्सीकरण द्रोणीतील निःस्त्रवण, या दोन्हींच्या तसेच नदीतील परिस्थितींसंबंधी प्रदूषणकारक वैशिष्ट्यांच्या **रोजच्या** नोंदी या अधि-

कारखाने ठेवाव्यात. गिरणीतील एका फाइलीत ही माहिती ठेवावी आणि दर महिन्याला ती जल प्रदूषण नियंत्रण मंडळाकडेही पाठवून द्यावी.

४) विलेय सज्जीकारकांच्या वापरातील उणिवांच्यावर मात करण्याच्या उपायांचे सतत अन्वेषण करावे. ह्या सज्जीकारकांच्या वापरामुळे प्राप्त झालेल्या BOD च्या अतिरिक्त कमीकरणाची, नाल्यातील जादा संरक्षण म्हणून, निकटच्या भविष्य काळात जरूरी भासेल.



आकृति १८–७ २४ तास वस्त्रनिर्मिति गिरणीतील अपशिष्ट साठवून ठेवण्याकरता बांधलेली जैवी ऑक्सीकरण द्रोणी. तिच्या उथळपणाकडे लक्ष द्या. ती ४ फुटापेक्षा जास्त खोल नाही. पार्श्वबाजूस वस्त्रनिर्मिति गिरणीची धुराडी आहेत.

५) वेळ उपलब्ध होईल आणि कर्मचाऱ्यामुळे शक्य होईल त्याप्रमाणे, दुय्यम उपचारणाकरता लागणारी हवा व CO_2 च्या संबंधी अधिक माहिती मिळविण्याकरता प्रायोगिक संयंत्राचे परिचालन चालू ठेवावे.

६) पहिल्या धरणामधून प्रवाह सर्वकाळ अखंड चालू राहील असा प्रयत्न करावा. पहिल्या तीन शिफारशी तात्काळ अंमलात आणाव्या.

अपशिष्टाचे अम्लीकरण करण्याकरता (acidulate) कार्बनडायऑक्साइडचा उपयोग न केल्यामुळे BOD चे लघुकरण कमी झाले. जेव्हा अनुपचारित उदासीन न केलेले सफाई गिरणीतील अपशिष्ट (finishi g-mill wastes) फक्त ५ तास साठवून ठेवले आणि ६ तासापुरतेच त्याचे वातन केले तेव्हा, BOD चे सरासरी २८.५ प्रतिशत् लघुकरण घडून* आले. तसेच BOD च्या जवळजवळ १/३ (भागाचे) ११ व १२ च्या दरम्यान pH असताना, ऑक्सीकरण झाले हा एक प्रकारे चमत्कारच (revelation) होय. ऑक्सीकरणाच्या संबंधात कांही शंका होत्या ते ऑक्सीकरण रासायनिक होते की जैवी होते ही त्यातील मुख्य शंका होती. जेव्हा १० तास धारण काल आणि १२ तास वातन कालापर्यंत प्रायोगिक संयंत्रातील प्रवाह कमी करण्यात आला तेव्हा, प्रारंभिक pH सरासरी ११.३ होता; अशी वस्तुस्थिती असताना सुद्धा BOD चे ३८ प्रतिशत् लघुकरण झाले प्रवाह तितकाच असताना पूर्वी केलेल्या (को. १८–१), ७१ प्रतिशत् BOD चे लघुकरण प्राप्त होण्याकरता दर दिवशी १७ पौंड CO_2 ची जरूरी लागली. ह्या गिरणीकरता CO_2 च्या पुरेशा राशीचा पुरवठा होण्यासाठी उपकरणे बसविण्यास अंदाजे १५०००० डॉलर खर्च येईल. त्या शिवाय, CO_2 निर्माण करण्याकरता लागणारी शक्ति व इंधनाचा रोजचा खर्च सुमारे २७५ डॉलर होईल. या गिरणीसारख्या मोठ्या गिरणीला सुद्धा हा खर्च डोईजड होईल. तथापि अनेक उदाहरणात, पुरेशा अवरोधन कालाची तरतूद करून कार्यक्षमता थोडी कमी झाली तरी, गिरणींला उदासीनीकरणावरील भारी खर्च टाळता येईल; तसेच, पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे उदासीनीकरणाकरता दग्ध गॅस वापरणे हा BOD चे अतिरिक्त लघुकरण करण्याचा एक कमी खर्चाचा मार्ग अनेक वेळा असतो.

धारक द्रोणीत ११.३ वरून ११.१ पर्यंत pH किंचित खाली आला, परंतु वातकात (कोष्टक १८–१०) तो १०.० पर्यंत अधिक जलद गतीने उतरला. अपशिष्टातील दाहक क्षारतेशी हवेतील CO_2 मुळे होणाऱ्या प्रक्रियेतून निर्माण होणारे कार्बोनेट्स कमी झालेल्या pH ला जबाबदार असणे शक्य आहे. (जलविश्लेषणात केलेल्या जीवाणूगणनेसारख्याच) एकूण जीवाणुगणनेवरून असे दिसून आले कीं, दर मि. लि. ला ५ दशलक्षापेक्षा काहीसे जास्त अणुजीव (microorganisms) वातन द्रोणीत होते. ही संख्या १४ दशलक्षापासून १००००

* को. १८–१ व १८–९ ची सरासरी.

कोष्टक १८–९

प्रायोगिक संयंत्रावर केलेल्या अभ्यासातील जादा निष्कर्षांचा सारांश–

अपशिष्ट-प्रवाह द. मि. स गॅलन	धारक द्रोणी, तास	वातन द्रोणी, तास	हवेचे प्रमाण		४ तासांच्या संयुक्तांची संख्या	अनुपचारित अपशिष्टाचा BOD, ppm	२० °C तपमानातील ५ दिवसाच्या BOD चे लघुकरण			वापरलेला CO_2
			दर मिनिटास घ.फूट	फू./पौंड BOD			प्राथमिक अवस्थापन टाकी %	वातन टाकी %	अंतिम अवस्थापन टाकी %	पौंड/दिवस
४	५$\frac{1}{4}$	६	६०	२३७०	३४	७६०	६.७	२२.१	१९.१	नाही
२	१०	१२	६०	४६५०	४८	७६५	८.३	३८.८	३७.५	नाही

कोष्टक १८–१०

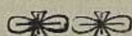
***वातनकालातील पर्यावरणाची परिस्थिती–**

४ तासाच्या सरासरी केलेल्या संयुक्तांची संख्या	तपमान °F			pH ची पातळी				जीवाणु गणना (Plate counts) एकूण जीवाणू/वातन द्रोणीतील मिलि		
	माध्य	कमाल	किमान	अनुपचारित	प्रथम अवस्थापन	वातनित	अंतिम अवस्थापन	माध्य	कमाल	किमान
४८	६४	७०	५५	११.३	११.१	१०.०	०.८	५३५१८५३	१४००००००	१०८००

* दर मिनिटास २ गॅलन अपशिष्टाचा प्रवाह; pH चे समायोजन केले नव्हते.

इतक्या अल्प संख्येपर्यंत बदलती होती. जीवाणूंच्या संकेंद्रणाच्या या अस्तित्वावरून pH ११.३ इतका उच्च असताना जीवाणू जीवंत राहू शकतात आणि सेंद्रीय पदार्थांचे चयापचयन प्रत्यक्षात होऊ शकते हे ठळकपणे दिसून येते. pH ची मूल्यें उच्च असताना विलीन सेंद्रिय पदार्थाचे ऑक्सीकरण करण्यासाठीं जीवाणूंचा उपयोग करून घेण्याच्या शक्यतेकडे दुर्लक्ष करू नये.

ह्या निष्कर्षांच्या आधारावरून लेखकाच्या शिफारशींची अंमलबजावणी करून एक पूर्ण मापाचे संयंत्र उभारण्यात आले



: १९ :

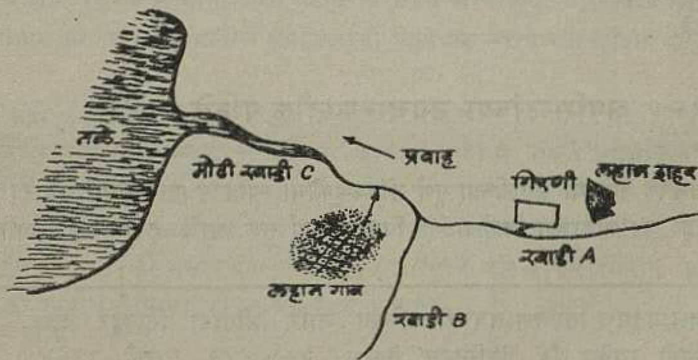
पूर्णतः उपचार केलेली अपशिष्टे नाल्यात सोडणे

संग्राही नाल्यात अपशिष्टे थेट प्रस्त्रावित करण्यापूर्वी त्यावर संपूर्ण उपचार सध्या क्वचितच केले जात असले तरी त्यासंबंधी हळूहळू अधिक विचार करण्यात येऊ लागला आहे. नाल्यातील पाण्याच्या तनुकरण राशीत वाढ होत नाही; उलट प्रदूषण भारात मात्र दुर्दैवाने वाढ होत आहे. लोकसंख्येचे विस्फोटन आणि उद्योगांचा विस्तार, यामुळे आपणास अपशिष्टांवरील उपचारणांच्या गरजांची व्यापक प्रमाणात अपेक्षा करावी लागेल. सध्या कांही विशेष उदाहरणातच आणि वस्त्र निर्मिती, लगदा आणि कागद, लोह व रसायने, यांच्या सारख्या मोठाल्या आर्द्र उद्योगात संपूर्ण उपचारण करावे लागते.

" संपूर्ण उपचारण " या अभिव्यक्तीच्या अर्थाबद्दल कांही शंका आहेत. भौतिक, जैवी, आणि / अथवा रासायनिक उपायांनी सुमारे ८५ ते ९० प्रतिशत् BOD निष्कासित करण्याच्या दुय्यम उपचारणासच संपूर्ण उपचारण असे सामान्यतः मानले जाते. या व्याख्येप्रमाणे, आपण फक्त दोनच प्रदूषणकारक घटक काढून टाकतो. तरंगते घनपदार्थ आणि विलीन सेंद्रीय पदार्थ (त्यात कलील घनपदार्थांचाही समावेश आहे) हे ते घटक होत. मग या व्याख्येत, रंग व तरंगते पदार्थ, तेले व क्षारता (उच्च pH), अथवा अम्ले व सेंद्रिय द्रव्ये, यांच्या निष्कासनाने संपूर्ण उपचारण घडून येते हेही अन्तर्निहित आहे काय ? संज्ञेचा मूळ अर्थ हाच आहे काय याबद्दल लेखक साशंक आहे; आणि या दिवसात जेव्हा " संपूर्ण उपचारण " अपुरे होत असल्याने आणि काही उदाहरणात ते निश्चितच पूर्णपणे होत नसल्याने, आपल्या परिभाषेचे पुनर्मूल्यांकन करणे इष्ट आहे. उदा. उद्योगात अगदी थोडं कदाचित अजिबात नसलेले, असे सेंद्रिय पदार्थ असले तरी अन्य दोन अगर तीन प्रकारचे प्रदूषण नाहीसे करावे लागते. लेखकाच्या मताप्रमाणे, विद्यमान संज्ञेच्या व्याख्येप्रमाणे त्यालासुद्धा संपूर्ण उपचारण मानावे लागेल. जेव्हा या विषयावरील विचारसरणीत

" तृतीय उपचारणास " मान्यता देण्यात येते व त्याचा अंतर्भाव करण्यात येतो तेव्हा, सध्याच्या व्याख्येप्रमाणे ' संपूर्ण उपचारण ' ही अभिव्यक्ति अजिबात संतोषजनक होणार नाही. सध्या तृतीय उपचारणात, तरंगते घनपदार्थ, विलीन सेंद्रिय घनपदार्थ, आणि विलीन अकार्बनिक घनपदार्थांच्या संदूषणाच्या तीन अगर अधिक प्रकारांच्या निष्कासनाची तरतूद केलेली असते.

आपल्या अपशिष्टावर संपूर्ण उपचारण करण्यासाठी उद्योगाला सामान्यपणे अपशिष्टाची मोठी राशि प्रस्त्रावित करावी लागते. हा उद्योग शहराच्या बाहेर आणि नगरपालिकेपासून कांही अंतरावर उभारलेला असतो. पाण्याच्या दर्जाचे उच्च मान सतत ठेवावे लागणाऱ्या नाल्यावर त्याची उभारणी केलेली असते. ज्या उपचारणात अपशिष्ट–जल उद्योगाला आणि कांही उदा–हरणात नागरी पाणी पुरवठ्याकरता पुनः वापरता येईल असे उपचारण केलेले असते त्याला " संपूर्ण उपचारण " असे मानणे या लेखकाला अधिक मान्य आहे- सर्व तरंगते विलीन आणि कलील घनपदार्थ, ज्यात अकार्बनिक आणि सेंद्रीय अशा दोन्हीही अंशाचा समावेश असतो, अशांचे बरेचसे पूर्णपणे निष्कासन करणे हा सामान्यपणे त्याचा अर्थ होईल. अशी कार्यवाही सध्या क्वचितच होत असल्याने तरंगत्या घनपदार्थांच्या आणि विलीन सेंद्रिय द्रव्याच्या बऱ्याचशा अंशाचे निष्कासन करणे म्हणजे " संपूर्ण उपचारण " अशी व्याख्या केल्यास तिला मान्यता देणे भाग पडेल.



आकृति १९–१. काटेचमचे (tableware) तयार करण्याच्या संयंत्रातील अपशिष्ट सोडण्यात येणाऱ्या नाल्याचा नकाशा; त्यात प्रदूषणाची ठिकाणे बाणांनी दाखविली आहेत–

संग्राही नाल्यात अपशिष्टे थेट सोडण्यापूर्वी त्यावर सध्या मान्य असलेले संपूर्ण उपचारण करणाऱ्या उद्योगाचे एक उदाहरण :–

चांदीचे गिलिट केलेले आणि गंजरहित काटेचमचे तयार करणारे एक संयंत्र, अनेक दुग्ध व्यवसाय कार्यालये असलेल्या ग्रामीण क्षेत्रातील एका लहान गावात, बसविले आहे. त्या क्षेत्रातील लहान नाले आणि जवळच असलेल्या मोठ्या तलावात मत्स्य व्यवसाय, पोहणे, आणि नौकानयन करणे यासाठी हजारो लोकांना वाव मिळतो. त्या क्षेत्राचा नकाशा आ. १९–१ मध्ये दाखविला आहे. एका लहान गावांकडे वाहात जाणाऱ्या एका लहान खाडीत (अ) अपशिष्टे प्रस्त्रावित केली जातात. तेथे ती खाडी (ब या दुसऱ्या खाडीस मिळते, आणि त्यांच्या संगमामुळे (क) ही मोठी खाडी तयार होते व तलावास मिळण्यापूर्वी अनेक मैल वाहात जाते.

चांदीचे गिलिट करण्याच्या प्रक्रियेत तांबे व जस्त असलेल्या गौण धातूच्या (base metal) वापराचा आणि सायनाइडे असलेल्या गिलिटाच्या द्रावणाचा संबंध येतो. ह्या द्रव्यांचे संकेंद्रण अत्यंत अल्प असले तरीही ती जलीय जीवांना विषाक्त होतात असे मानण्यात येते. ह्या उदाहरणातील उत्पादकांना, संग्राही जलांच्या सार्वजनिक वापरास संरक्षण मिळण्यासाठी अपशिष्टावर पर्याप्त उपचार करावे लागतील याची जाणीव होती आणि म्हणून येथे सादर केलेल्या समस्येच्या सल्लागार अभियंत्यांना विश्लेषण करावयास सांगण्यापूर्वी त्यांनी कांही प्रमाणात उपचार केले होते. या तपशीलवार केलेल्या अभ्यासापूर्वी अस्तित्वात असलेल्या संयंत्रातील अपशिष्टाच्या विल्हेवाट करण्याच्या व्यवस्थेचा सुलभ केलेला एक आराखडा आ. १९–२ मध्ये दाखविला आहे.

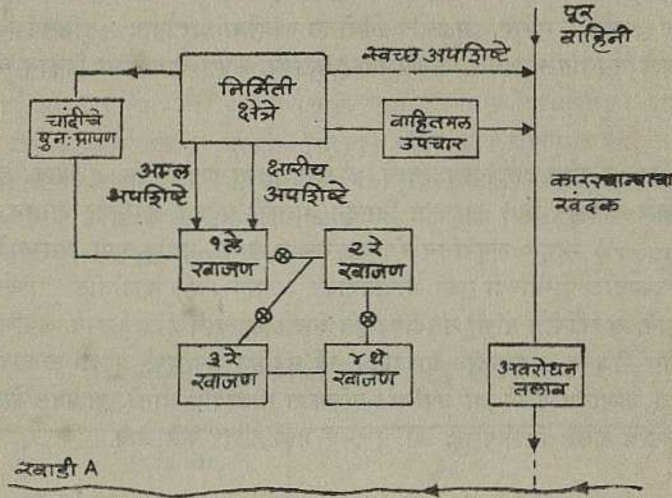
१९–१ अपशिष्टांच्या उपचारणांतील पहिले टप्पे –

येथे विवरण केलेल्या समस्येच्या पूर्ण सोडवणूकींचा स्वीकार करण्यापूर्वी सुमारे दहा वर्षे ह्या संयंत्रातील अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीचे विकास कार्य सुरू झाले होते. द्रव अपशिष्टांच्या

---

* जल प्रदूषण नियंत्रण संघाची पत्रिका आणि ओनीडा सिल्व्हर वेअर, लिमिटेड यांच्या सौजन्याने. स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २६,७,८४३ (जूलै १९५४); २६ ८, १००२ (ऑगस्ट १९५४); २६,९,११३० (सप्टेंबर १९५४); या अंकांत ओनीडा, न्यूयॉर्क येथील ओनीडा मर्यादित, यांनी गिलिटकामातील अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीचे वर्णन केले आहे.

खालील दोन वर्गात विभाजन करण्यास उपयोगी पडणारी अपशिष्ट–संग्राहण व्यवस्था प्रथम कार्यान्वित करण्यात आली. स्वच्छ अपशिष्टे आणि (चांदी असलेल्या अम्लीय अथवा क्षारीय अपशिष्टांचा समावेश असलेली) संदूषित अपशिष्टे.



आकृति १९–२ सल्लागारांच्या गटाने विश्लेषण करण्यापूर्वी अस्तित्वात असलेल्या काटे–चमचे तयार करणाऱ्या संयंत्रातील अपशिष्टांची विल्हेवाट करण्याच्या सुविधांचा आरेख–

चांदी असलेली पातळ सायनाइड अपशिष्टे मोठाल्या टाक्यात गोळा करण्यात आली आणि चांदी परत मिळवण्याकरता धात्विक जस्ताशी त्यांचा संपर्क साधण्यात आला. ह्या टाक्यातील अधिद्रव (Supernatent) निष्कासन करण्याच्या खांजणात, निःसारित करण्यात आला. त्या खांजणात अम्लीय व क्षारीय अपशिष्टेसुद्धा सोडण्यात आली होती. जरी ही व्यवस्था अपूर्ण होती तरीही सुमारे दहा वर्षे त्यामुळे नाल्याचे अतिसंदूषण होण्यास प्रतिबंध झाला; म्हणून ती व्यवस्था समाधानकारक असे म्हणावे लागेल.

नंतर कंपनीने सल्लागार नेमले आणि अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीच्या संपूर्ण सुविधांची तरतूद करण्यासाठी त्यांना मदत करण्यास सांगण्यात आले. उपचारणाच्या विद्यमान पद्धती वापरून निरनिराळ्या पातमुखांतून (out falls) प्रवाहीत होणारी वेगवेळ्या प्रकारची अपशिष्टे पुरेशा प्रमाणात हाताळण्यात येत आहेत अगर कसे हे निश्चित करण्यासाठी वियोजन व्यवस्थेचे

पुनर्विलोकन करण्याची आवश्यकता आहे असे सल्लागारांनी ठरविले. साबण, केरोसीन, आर्थो-सिलिकेटस, बोरॅक्स, इत्यादी अम्ले अथवा चांदी नसलेली अनेक प्रकारची द्रव्ये, तसेच सायनाइड आणि भारी धातू क्षारीय अपशिष्टांत असल्याचे त्यांना आढळून आले. तथापि ही सेंद्रीय आणि अन्य संदूषक द्रव्ये क्षारीय अपशिष्टाच्या उपचारणात अडथळा आणत नव्हती असेही त्यांना दिसून आले. म्हणून, मूळची वियोजन व्यवस्था वास्तवतः बुद्धिपूर्वक अभिकल्पित केली असल्याने संयंत्रातील अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीच्या संपूर्ण व्यवस्थेचा विकास मोठ्या प्रमाणात वाढला.

आ. १९-१ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे, कारखान्याच्या खंदकातील पाण्यात कांही संदूषक द्रव्य असल्याचे आढळून आले. खंदकात निसटून जाणारी संदूषक अपशिष्टे शोधून काढण्यासाठी प्रदर्शक (tracer) म्हणून फ्ल्यूरेसिन रंग वापरण्यात आला. प्रवाह कमी असल्यावेळच्या परिस्थितीत खंदकातील पाण्याच्या एका भागाबरोबर ३ भाग (अ) खाडीतील पाण्याचे तनुकरण होत असल्याने, खंदकातील पाणी संगदोषरहित असणे महत्वाचे होते. म्हणून अपशिष्ट उपचारणाच्या नवीन योजनेत, खंदकातील पाण्यातून सर्व संदूषित अपशिष्टे काढून टाकण्यात आली व ती खाजणात जाणाऱ्या योग्य त्या अपशिष्ट-नलिकात सोडण्यात आली. हा बदल केल्यानंतर खंदकातील पाण्याचे केलेले विश्लेषणही को. १९-१ मध्ये सादर केले आहे.

कोष्टक १९-१

कारखान्याच्या खंदकातील पाण्याचे बदल करण्यापूर्वीचे आणि नंतरचे विश्लेषण-

नमुना क्रमांक	मुक्त सायनाइड, ppm		तांबे, ppm		जस्त, ppm	
	पूर्वी	नंतर	पूर्वी	नंतर	पूर्वी	नंतर
१	०.६४	०.०८	१४	०.५०	१.६	००
२	१.०४	०.१३	२.०	०.२०	१.८	०.१०
३	१.२८	०.१३	१.२	०.१४	१.६	०.०
४	०.४८		१२		१.६	

तसेच अपशिष्टांचे सरासरी वेगही मापण्यात आले. अपशिष्टांच्या प्रवाह वेगाला, विशेषतः तात्कालिक वेगाला, (एका गटात एकाच वेळी मुक्त केलेली राशि), अपशिष्टाच्या विल्हेवाटीच्या कोणच्याही अभिकल्पनात अतिशय महत्व असते, कारण अखंड अगर बॅच प्रकाराची उपचार व्यवस्था वापरावयाची हे बऱ्याच प्रमाणात प्रवाहाच्या स्वरूपावरून (pattern) निश्चित होते. चांदीयुक्त अपशिष्टांच्या करता बॅच उपचार करण्याचे ठरविण्यात आले, कारण त्यातील धातूंत फार विविधता होती व प्रवाह-वेग तुलनेने कमी होते. अम्लीय अपशिष्टांची गोष्ट वेगळी होती. "निकेल-चांदीच्या" (तांबे, जस्त व निकल यांच्यापासून तयार केलेला मिश्र धातू, ज्याला जर्मन सिल्व्हर असेही म्हणतात) ब्राइट-डिप संचात, आणि टाकाऊ द्रव्यातील पुनः प्रापणात, त्यांचा उद्‌भव झाला होता. दोन संचातील प्रवेशी नलिकावरील जलमापन यंत्रानी तात्कालिक प्रवाहाची नोंद करण्यात आली आणि ह्या उदाहरणात, अखंड उपचार करणे हा सर्वात उत्तम उपाय असल्याचे दिसून आले.

कोष्टक १९-२

तीन प्रकारांच्या अपशिष्टांचे प्रवाह वेग -

अपशिष्ट	प्रवाह वेग		शेरा
	गॅलन/तास	गॅलन/दिवस	
चांदीयुक्त		५०००	
अम्लीय	४५००	४००००	सकाळी ७ ते दुपारी ४ पर्यंत प्रवाह वेग स्थिर होता. रात्री अनिवार्यतः वेग शून्य होता.
क्षारीय	१२५००	१६००००	सकाळी ७ ते दुपारी ४ पर्यंत दर ताशी प्रवाह वेग १२५०० गॅलनवर स्थिर होता. रात्रपाळीत आणि दिवस पाळीत एकूण प्रवाह बदलत होता. तो उत्पादनावर अवलंबून होता.

शनिवारी सकाळी क्षारीय अपशिष्टांचे मापन करून प्रवाह वेग प्राप्त करण्यात आला. चार तासांच्या कालावधीत उत्पादन जेव्हा प्रत्यक्षपणे चालू नव्हते तेव्हा संयंत्रातून निथळलेले सर्व जल सोडून देण्यात आले व त्यावेळी संयंत्राच्या प्रत्येक विभागातील कर्मचाऱ्यांनी एका विशिष्ट खोलीपर्यंत टाकी भरण्यास लागणाऱ्या वेळेची नोंद केली. प्रवाह मोजण्याची ही पद्धत तुलनेने सोपी आणि कमी खर्चाची असल्यामुळे फायदेशीर असते. तथापि प्रत्यक्ष उत्पादनाच्या तंतोतंत परिस्थितीची–जलदाब, झडपा उघडणे, अपव्यय (wastage), विलंब (lag), काल, इत्यादींची – नक्कल करणे जड जाते आणि वर वर्णन केलेल्या कार्यपद्धतीचा वापर करण्यात काही अंशी चुका होणे अगभूत असते. या उलट, निरनिराळ्या शेकडो नळ्यातून अपशिष्टे सोडून देण्यात येत आहेत हे विचारात घेतले असता ह्या पद्धतीला अन्य पर्याय फारसे नाहीत असे दिसून येते. विनिर्मितींत कमी जास्ती होणाऱ्या संभाव्य परिणामांचे, वैयक्तिक नमुने घेऊन, सहज मुल्यांकन करता येते.

संयंत्रातील अपशिष्टे आधीच वेगवेगळी करण्यात आली असल्याने, एकूण अपशिष्टे मिळणाऱ्या नळावर वाहितमलाच्या टप्प्याच्या उंचीचा नोंदक अगर बांध वापरता आला असता आणि अन्वेषकाला संपूर्ण प्रवाहाच्या वेगाचे मापन त्यावरून करणे शक्य झाले असते. वियोजन केलेल्या तीन्ही अपशिष्टांचे प्रवाह वेग संक्षिप्तपणे को. १९-२ मध्ये दिले आहेत.

मुक्त सायनाइड, एकूण सायनाइड, आणि भारी धातू (विशेषतः तांबे, जस्त, निकल व चांदी) यांच्याकरता अपशिष्टांचे विश्लेषण करण्यात आले; अन्य शद्बात, विषाक्त द्रव्यांचा आणि संभाव्य पुनः प्रापण करता येण्यासारख्या द्रव्यांच्याकरता त्यांचे विश्लेषण करण्यात आले अपशिष्टांच्या विभिन्न प्रस्त्रावांची रचना को. १९-३ मध्ये दिली आहे.

१९-२ सायनाइड-निष्कासन पद्धतीची निवड

खाडीतील तुलनेने कमी असलेल्या तनुकारक घटकामुळे (सुक्या मोसमात-सुमारे १०:१) मुक्त सायनाइड १ ppm पेक्षा जास्त नाही आणि एकूण सायनाइड ३ ppm जास्त नाही अशा उपचारणित निःस्त्रावाचा प्रस्त्राव करणे भाग पडेल अशी सल्लागारांना जाणीव झाली. त्यांनी पूर्वी केलेल्या संशोधनावरून असे दिसून आले की, क्लोरीन अगर हायपोक्लोराइट्सनी सायनाइडचे ऑक्सीकरण करणे, अशा प्रकारच्या परिस्थितीत (१, २) सायनाइडच्या निष्कासनाची सर्वात जास्त शक्यता असलेली पद्धत आहे. ओझोन अगर आयनविनिमयासारख्या पद्धतींच्यापेक्षा उपकरणांना लागणारा भांडवली खर्च कमी येणे हा ऑक्सीकरणापासून होणारा विशिष्ट फायदा असतो. चर्चाविषयाच्या बाबतीत, ऑक्सीकरण पद्धतीत आणखी एक फायदा

कोष्टक १९–३

बिलिटकामाच्या कारखान्यातील अपशिष्टातील सायनाइड, धातू, आणि अन्य अशुद्ध पदार्थ

अपशिष्ट	घटक, ppm																	
	चांदी			तांबे			निकल			जस्त			मुक्त सायनाइड			एकूण सायनाइड		
	किमान	कमाल	सरासरी	किमान	कमाल	सरासरी	किमान	कमाल	सरासरी	किमान	कमाल	सरासरी	किमान	कमाल	सरासरी	किमान	कमाल	सरासरी
चांदीयुक्त	६	२०००	२७०	३	९००	१२	०	३०	५	०	२५	९	३	२८००	११६	९	३९४०	१५०
अम्ल			१.१	३०	५९०	१३५	१०	१३०	३३	५	२२०	६५						
क्षारीय			०.२	३.२	१९	६.१	०.४	३.२	१.९	०.५	५.१	२.२				७	११.५	२१.७

क्षारीय अपशिष्टातीलअंतर्वस्तु	सरासरी संकेंद्रण, ppm	अम्ल अपशिष्टांतील अंतर्वस्तु	सरासरी संकेंद्रण, ppm
साबण	२७०	H_2SO_4	१७४०
बोरॅक्स	४९	$H\;O_3$	२०२०
ऑर्थोसिलिकेट्स	४०	HCl	२४३
कॉस्टिक पोटॅश	७०	$NaOH$	१४
हायड्रोजन क्लोराइड	७	$Na_2Cr_2O_7$	४.८
NH_4Cl	११		
ओकाइट	१२		
K_2 पेनसाल्ट	३४		
ओकाइट ६५	६८		
पेन ३५	६		
ट्रायसोडियम फॉस्फेट	४		
नॉर्थ वेस्ट क्लीनर	३६		
केरोसीन	४२०		
मॉल्व्हेन्टॉल	५२		

असतो. सल्लागारांना माहित होते कीं, बाजारी उपयोगात ऑक्सीकरणामुळे अपशिष्टातून सायनाइडचे निष्कासन करण्याची व या उदाहरणात आवश्यक असणारा निःस्त्रावाचा दर्जा निर्माण करण्याची क्षमता असते हे सिद्ध झाले आहें.

१९-३ चांदीयुक्त अपशिष्टावरील उपचार –

भारी धातूंच्यामुळे आणि मोठया प्रमाणात असलेल्या सायनाइडमुळे संदूषण झाले असल्याचे अपशिष्टाच्या विश्लेषणावरून (को. १९-३) दिग्दर्शित झाले असल्याने, सायनाइडचे निष्कासन करण्यासाठी संयंत्रात वापरण्याकरता किंवा पुनः शुद्ध करणाऱ्या कारागिरास विकण्याकरता सोयीच्या स्वरूपात चांदीची पुनःप्राप्ति करण्यासाठी आणि भारी धातूंचे निष्कासन करण्यासाठी योग्य उपचारांची योजना करावी लागली. अपशिष्टातील तुलनेने कमी पण बदलते तरंगणारे द्रव्यही स्वच्छ निःस्त्राव होण्याकरता काढून टाकावे लागले. चांदीचे निष्कासन करण्यासाठी सल्लागारांनी खालील कार्यपद्धतीचे अन्वेषण केले. १) क्लोराईडच्या स्वरूपात अवक्षेपन २) आयन विनिमय, आणि ३) जस्तावर अवक्षेपण प्रत्येक पद्धतीतील नफातोटयांचा विचार केल्यावर असे दिसून आले कीं, क्लोराइडच्या स्वरूपात अवक्षेपण करून चांदीचे पुनः प्रापण करण्याच्या पद्धतीचे प्रथम अन्वेषण करणे अधिक समर्थनीय होईल. ह्या पद्धतीवरील लिखाणाच्या पुनर्विलोकनावरून फारच कमी माहिती मिळाली; तथापि प्राथमिक प्रयोगांच्या निष्कर्षांवरून बरीच चांदी पुनः मिळविता येईल असे दिसून आले. चाचण्यांचे नमुनेदार निष्कर्ष को. १९–४ मध्ये सादर केले आहेत.

कोष्टक १९–४

चांदीच्या पुनः प्रापणावरील प्रयोगशाळेतील प्रयोगांचे निष्कर्ष

चांदीयुक्त अपशिष्ट	pH	एकूण Cn ppm	Ag, ppm	Cu, ppm	Ni, ppm	Zn, ppm	Fe ppm
नमुना (अ)	९.९	१०२	१०५	६.५	०.०	[illegible]	
नमुना (आ)	१०.३	२०८	२५०	८	० ५	०.०	
नमुना (इ)	११.४	१५९	१५०	८	३.०	९.०	
अ) चा अधिद्रव		०.०	३.५	४.०	१.२	१.३	०.५६
आ) चा अधिद्रव		०.०	२.८	१२.०	०.२	३.१	०.५७
इ) चा अधिद्रव		०.०	१.१	९.८	०.२	१.९	२.६

ह्या प्रयोगांच्या निष्कर्षावरून शेवटी असे दिग्दर्शित झाले की, प्रस्तावित कार्यपद्धती, सायनाइडचे ऑक्सीकरण आणि चांदीचे पुनः प्रापण, या दोन्ही करता समाधानकारक काम देईल. शिवाय, जरी हवे होते तितके भारी धातूंचे पूर्ण निष्कासन झाले नसले तरींही पूर्वी अव-क्षेपित केलेल्या अवमलाच्या सानिध्यात क्लोरिनीकरणामुळे सुधारलेले अवस्थापन गुणधर्म असलेला अवक्षेप प्राप्त झाला. चांदीयुक्त अपशिष्टापासून अधिद्रवासारखे सर्व अल्प प्रस्राव खाडीत थेट सोडण्याऐवजी मुख्य अनुपचारित अपशिष्टाच्या प्रस्रावात मिसळावयाचे असल्याने, चांदीच्या पुनः प्रापणाच्या प्रक्रिया कालात भारी धातूंचे पूर्ण निष्कासन करण्याची आवश्यकता नव्हती.

कोष्टक १९–५

अम्लीय अपशिष्टांच्यावरील उपचारणासंबंधी प्रयोग शाळेत केलेल्या प्रयोगांचे निष्कर्ष –

विश्लेषणाचा विषय	उपचार-णाची पद्धत	एकूण Cn, ppm	Ag, ppm	Cu, ppm	Ni, ppm	Zn, ppm	अवमल राशी %
अनुपचारित अपशिष्ट	१	९.४	०.७	१८	०.१	०.३	
	१	४.२	०.८	१४	०.१	४.०	
	१	५.८	१२.०	१७	०.८	१०.०	
	२	५.४	२५.०	१८	१३.०	८.०	
	२	२५०	८.०	४.५	२.३	९.०	
	२	४.०	४०.०	१६	१००	११०	
उपचार केल्यानंतरचा अधिद्रव	१	०.३५	०.०	०.५	०.६	०.२	
	१	०.३०	०.०	०.१	०.०	०.७	
	१	०.२०	०.०	०.०५	०.१	१.१	
	२	०.२०		१७.०	०.२	४.८	
	२		०.०	१.५	१.०	०.५	
	२		०.०	२.३	०.९	२.४	
अम्लीय अपशिष्टासह उपचार केल्यानंतरचा अधिद्रव	१						४.२*
	१						४.६*
	१						४.५*
	२			२४०	९	९०	४.०
	२			२४०	९	९०	५.०
	२			२३०	१५	९०	५.०

* फेरिक लवणाने किलाटन केले.

कोष्टक १९–६

क्षारीय अपशिष्टातील सायनाइडांच्या ऑक्सीकरणाचे निष्कर्ष.

क्लोरीनची मात्रा† Cl_2 पौं /Cn पौं.	अनुपचारित अपशिष्टे, एकूण CN, ppm	एकूण CN. ppm	अतिरिक्त Cl_2 ppm	अमोनियम NH_4 ppm	सायनेट CNO, ppm
६.५	१३.५	० १७	२.०	०.४९	५ ६
७ ५	१३.५	०.०८	२.७	० २७	१.३
८.५	१३ ५	०.१६	११ ३	० २६	१.३५

† क्लोरीनचा सैध्दान्तिक खप, १०० ६ ppm

१९–४ क्षारीय अपशिष्टावरील उपचार :–

क्षारीय अपशिष्टावर केलेल्या प्रारंभिक प्रयोगांवरून असे दिसून आले कीं, उपचारणाच्या सर्वात खात्रीलायक पद्धतीत कांही केरोसीन, साबण वगैरे काढून टाकण्याकरता साका काढणे, नंतर क्लोरीन अगर सोडियम हायपोक्लोराइटने ऑक्सीकरण पायसीकृत मृत्तिकांच्या अवक्षेपणासाठी अम्लीकरण, पुनश्च साका काढणे आणि भारी धांतूच्या हायड्रॉक्साइडचे चुना मिसळून अवक्षेपण, यांचा संबंध असतो. ह्या पुंजीकरणाकरता लागणाऱ्या भारी धातूंचा उद्भव अम्लीय अपशिष्टात होता; त्यात बऱ्याच प्रमाणात तांबे, निकल आणि जस्ताची सांद्रणे होती.

प्रयोग शाळेच्या प्रमाणावर केलेल्या क्षारीय अपशिष्टांच्या नमुनेदार उपचारणात दोन पद्धती वापरण्यात आल्या. पहिल्या पद्धतीत खालील टप्प्यांचा समावेश होता. १) NaOCL मिसळणे; २) सायनाइडचे सायनेटमध्ये ऑक्सीकरण होण्यासाठी वेळ देणे; ३) ६.५ इतका pH होण्याकरता $FeCL_3$ मिसळणे; ४) सायनेटचे ऑक्सीकरण होण्यासाठी वेळ मिळावा म्हणून १० मिनिटे ढवळणे; ५) एकंदर २०० ppm Fe त $FeCl_3$ मिसळणे; ६) साका काढणे; ७) ८ पर्यंत pH येण्याकरता चुन्याचा गारा मिसळणे; ८) पुजक्यांचे अवस्थापन करणे; आणि ९) निथळणे.

६.५ pH चे समायोजन करण्यासाठी ३ ऱ्या टप्प्यात $FeCl_3$ च्या द्रावणाऐवजी क्षारीय अपशिष्टे वापरली आणि ५ व्या टप्प्यात, एक भाग अम्लीय अपशिष्ट व दोन भाग

क्षारीय अपशिष्ट असे मिश्रण होण्याकरता अपशिष्टे मिसळण्यात आल्याशिवाय अन्य बाबतीत दुसरी पद्धती पहिलीसारखीच होती. २ऱ्या पद्धतीत, नंतर केलेल्या प्रयोगात, असे दिसून आले की, अम्लीय अपशिष्टे जेव्हा वापरण्यात येत होती तेव्हा, ५ व्या टप्प्यात फक्त ६० ppm $FeCl_3$ लागला. निष्कर्षावरून (को १९.५) सायनेटची सांद्रणे आणि भारी धातूंचे लघुकरण समाधानकारक झाले असल्याचे दिसून आले. जेव्हा अम्लीय अपशिष्टे वापरण्यात आली तेव्हा भारी धातूंचे समाधानकारकपणे निष्कासन झाले नव्हते. तथापि, निःस्रावाचे साधे निस्यंदन करून स्वीकार्य मूल्यापर्यंत भारी धातूंची सांद्रणे कमी करता आल्याचे दिसून आले. म्हणून असे सुचविण्यात आले की, क्षारीय अपशिष्टांच्या निर्मलीकरणाकरता पुंजक्यांचा पुरवठा करता यावा म्हणून जर अम्लीय अपशिष्टे वापरावयाची असली तर वाळूच्या निस्यंदकाची जरूरी लागेल. भारी धातू खाडीत अतिप्रमाणात वाहून जाणार नाहीत अशा उत्तम प्रकारे खात्री वाळूच्या निस्यंदकात मिळेल असे मानण्यात आले.

सायनेट प्रभावीपणे काढून टाकले जात आहे व हे निष्कासन ऑक्सीकरणाने होत आहे का जलविश्लेषणाने (hydrolysis) ने होत आहे हे ठरविण्याकरता क्षारीय अपशिष्टांवरसुद्धा प्रयोग करण्यात आले. ह्या प्रयोगात, ८२ pH असताना ऑक्सीकरण करण्यात आले; pH च्या या पातळीवर ऑक्सीकरणाची दुसरी अवस्था तुलनेने मंद असते, व ते ९० प्रतिशत् पूर्ण होण्यास सुमारे २ तास लागतात, (म्हणून) उद्‌भासनाचा (exposure) काळ २ तासाइतका नियंत्रित करण्यात आला. निष्कर्षावरून को १९-६) असे दिसले कीं, सायनेटचे निष्कासन बरेचसे ऑक्सीकरणाने झाले, अमोनियम आयनाकडे जलविश्लेषण करून झाले नाही.

१९-५ नूतन अपशिष्ट-उपचार व्यवस्थेचे अभिकल्पन-

अपशिष्ट उपचारण संयंत्राच्या टप्प्याटप्प्याच्या आणि अखंड परिचालनाच्या साधकबाधक बाजूंचे तोलन करून सल्लागारांनी असे ठरविले कीं, खालील पद्धतीचे अनुसरण करावे; १) सोडियम हायपोक्लोराइटने चांदीयुक्त अपशिष्टावरील टप्प्याटप्प्यांचे उपचारण, आणि २) सोडियम हायपोक्लोराइटने क्षारीय अपशिष्टावरील टप्प्याटप्प्याचे (latch) उपचारण करून नंतर सतत अम्लीकरण करणे, साका काढणे, ते दाट करणे, आणि वालुका निस्यंदन करणे.

ह्या कारखान्यातील विद्यमान अपशिष्ट-निस्तारणाच्या सुविधांचा प्रवाह आरेख आकृति १९-३ मध्ये दाखविला आहे. A,B,C या कुडांत जेथे कारखान्यातील अनुपचारित अपशिष्टे गुरुत्वाकर्षणाने वाहून जातात, तेथे (जेव्हा संयंत्र सामान्य वेगाने चालू असते तेव्हा) ती एक

आकृति १९–३. काटेचमचे तयार करण्याच्या कारखान्यात सध्या चालू असलेल्या चांदीचे पुन:प्रापण आणि अपशिष्टावरील उपचारणाच्या व्यवस्थेचा आरेख–

तास थांबविण्यात येतात. कुंडातील परिवाह खांजणात वाहून जातो, व त्यामुळे निस्तारक संयंत्र बंद असण्याच्या परिस्थितीची काळजी घेतली जाते.

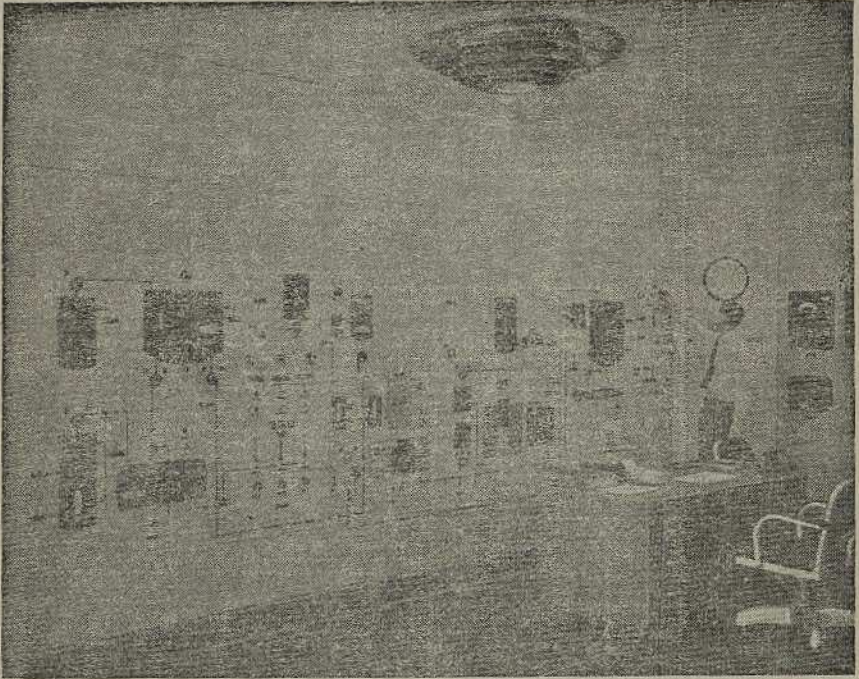
चांदीयुक्त अपशिष्टे १०००० गॅलन टाक्या R, आणि R_2 पैकी एकीत पंप करण्यात येतात. प्रत्येक टाकीची अवरोधन क्षमता संयंत्राच्या २ दिवसांच्या सामान्य परिचालनाइतकी असते. टाकी भरल्यानंतर pH सुमारे ८.५ इतका होण्याकरता अपशिष्टात अम्ल मिसळण्यात येते. नंतर दर पौंड $C\overline{N}$ ला ८.५ पौंड Cl_2 चा पुरवठा करण्यासाठी NaOCl (सोडियम हायपोक्लोराइट) मिसळण्यात येते. प्रक्रियेकरता दोन तासांचा काल ठेवून रात्रभर अंतर्वस्तूंची हालचाल न होईल अशा त्या स्थिर ठेवण्यात येतात. क्षारकुंडात नंतर अधिद्रव निःसारित करण्यात येतो, आणि AgCl चा निक्षेप साचू दिला जातो. मधूनमधून AgCl च्या गाऱ्यातून कांही भाग धावन टाकीत (P) गुरुत्वाकर्षणाने स्थानांतरित केला जातो आणि नंतर Q या निस्यंदकावर त्याचे पुनः प्रापण करण्यात येते व निस्यंद (filtrate) क्षारीय कुंडात परत सोडून देण्यात येतो.

१९-६ अम्लीय आणि क्षारीय अपशिष्टे हाताळणे –

संयंत्राचे २४ तास परिचालन होत असताना अम्लीय अपशिष्टांचा प्रस्त्राव मावेल इतक्या क्षमतेच्या ५४००० गॅलन साठ्याच्या (F) या टाकीत अम्लीय अपशिष्टे पंप करण्यात येतात (पंप b) (c या पंपातून व D या pH नियंत्रक टाकीतून) आत येणाऱ्या क्षारीय अपशिष्टातील pH चे नियमन करण्याकरता या अपशिष्टाचा वापर केला जातो. (f या पंपाने पंप करून) G मधील साका काढून टाकण्याकरता व क्षारीय अपशिष्टातील pH खाली आणण्याकरतासुद्धा हे अपशिष्ट वापरण्यात येते.

(a या पंपाने) D या १००० गॅलन टाकीमधून क्षारीय अपशिष्टांचे स्थानांतरण करण्यात येते; D या टाकीत pH सुमारे ८.५ पर्यंत नियमित केला जातो; आणि नंतर एका (E_1, E_2, E_3) ८०,००० गॅलन टाकींत सोडण्यात येते. टाकी जेव्हा भरते तेव्हा, सायनाइडचे पूर्णपणे ऑक्सीकरण करण्यासाठी NaOCl मिसळण्यात येते. या प्रक्रियेला सुमारे २ तास लागतात. d या पंपातून G या सायीकागात (skimmer) सतत अंतर्वस्तु स्थानांतरित करण्यात येतात. जेव्हा पुंजीकरणास अम्ले अपुरी पडतात तेव्हा, साका काढण्यापूर्वी $FaCl_3$ सुद्धा मिसळण्यात येतो. G या टाकीतून गुरुत्वाकर्षनाने H या टाकीत साका वाहून जातो; तेथे स्वयंचलित नियंत्रणाखाली सुमारे ८ पर्यंत pH चढण्याकरता चुन्याचा गारा मिसळण्यात येतो. नंतर दाट करण्याच्या (j) या उपकरणात मिश्रण वाहून जाते; त्यातील वरचा साका खांजणाच्या

क्षेत्रात पंप करण्यात येतो, अवमल तळातून प्रथम कुंडात आणि नंतर g या पंपाने N या टाकीत स्थानांतरित केला जातो, आणि स्वच्छ निःस्राव निमज्जित प्रस्राव नलिकेतून K-1 K-2 व K-३ ह्या वालुका निस्यंदकांवर पंप केला जातो. त्यांचे पश्चधावन करण्यासाठी L या स्वच्छ पाण्याच्या विहिरीतील पाणी वापरण्यात येते आणि नंतर पाणी प्रक्रियेत पुनः फिरवण्यात येते. L पासूनचा परिवाह कारखान्यातील स्वच्छ पाण्याबरोबर मिसळून खाडीत सोडण्यात येतो.



आकृति १९–४. ओनीडा संयंत्रातील अपशिष्टांच्या उपचारणाच्या नियंत्रणाची खोली. येथे उपचारण संयंत्रातील कोणच्याही क्षणी असलेल्या pH, तपमान, आणि प्रत्येक टाकीतील गॅलन ची नोंद करणाऱ्या तबकड्या आणि मापक आहेत. उजव्या बाजूकडील काचेच्या पडद्यामागे, जेथे परिचालक उभा आहे त्याच्या निकट, एक मत्स्यटाकी आहे. तीत उपचारण प्रक्रियेतील निःस्राव भरलेला आहे आणि त्यात सजीव मत्स्य आहेत.

अनेक पदार्थांचे अन्वेषण केल्यानंतर, टप्प्याटप्प्याच्या तत्वावर सायनाइडचे ऑक्सीकरण करण्याचे आणि अखंडपणे साका काढण्याचे व अवक्षेपण करण्याचे सल्लागारांनी ठरविले. निस्तारण संयंत्र १६ तासांच्या दिनचक्रावर चालते व त्यात दररोज ४८०००० गॅलनवर अंतिम उपचारण होते. टप्प्याटप्प्यांच्या वापरामुळे सायनाइडच्या ऑक्सीकरणावर मिळणारे निश्चित नियंत्रण, ह्या पद्धतीची निवड करण्यास पुरेसे तर्कसंगत आहे असे मानण्यात आले.

१९–७. संयंत्राचे परिचालन –

१९५, च्या उत्तरार्धात अपशिष्ट उपचारण सयंत्र वापरात आणले. को. १९–७ मध्ये अंतिम निःस्त्रावाचे विश्लेषण दिले आहे. आ. १९-४ पासून १९–१० अखेरची छायाचित्रे आम्ही वर्णन करत असलेल्या ह्या संपूर्ण उपचारण-संयंत्राच्या कांही भागांची आहेत व ती ओनीडा, न्यू यॉर्क येथील ओनीडा लि. कंपनीच्या चांदीचे गिलिट केलेल्या व अगंज पोलादी काटेचमच्यांच्या संयंत्राची आहेत. कंपनीच्या सौजन्याने ती मिळाली.

कोष्टक १९–७

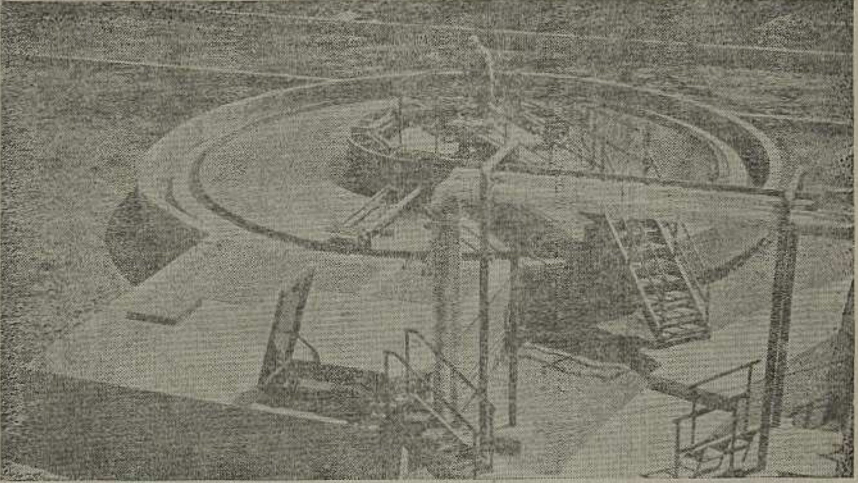
काटेचमच्याच्या कारखान्यातील अंतिम निःस्त्रावाचे विश्लेषण –

दिनांक*	एकूण $C\overline{N}$, ppm	Cu, ppm	Ni, ppm	Zn, ppm
२/८	०.२०			
२/११	१.६७	०.३०	०.१८	०.०२
२/१५	०.०७	०.१८	०.०९	०.००
२/१६	०.२६			
२/१७	०.०९	०.१६	१.९०	०.१९
२/१८	०.३२	०.१६	०.५५	०.०४
२/१८	०.०३			
२/१९	०.०९	०.१८	१.५३	०.२३
२/१९	०.४१			
२/२२	०.१३			

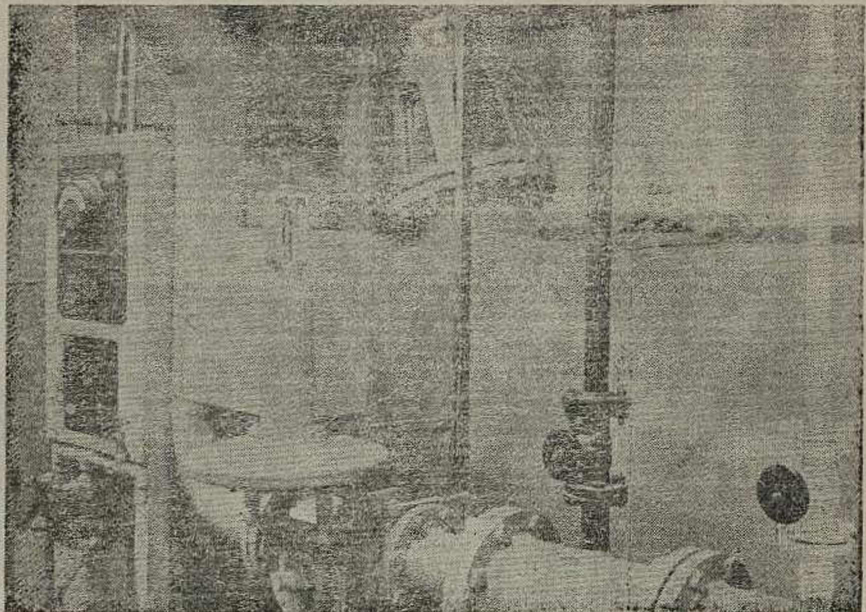
* ते साल १९५४ होते.



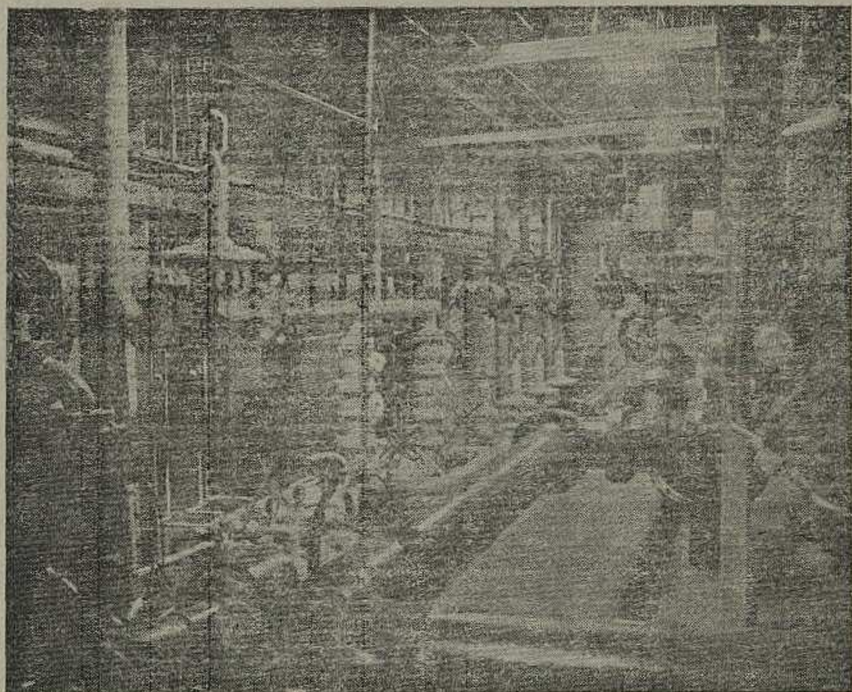
आकृति १९–५ काटेचमच्याच्या कारखान्यातील गिलिट यंत्राची रांग. उजव्या बाजूकडील चमचे चांदीच्या सायनाइड स्नानातून आताच बाहेर आले आहेत आणि फरशीवर ठिबकत आहेत. डाव्या बाजूच्या पुरोभागातील तक्तपोशीवरील निस्त्राव संयंत्राच्या अपशिष्ट उपचारण संचात वाहून जातो.



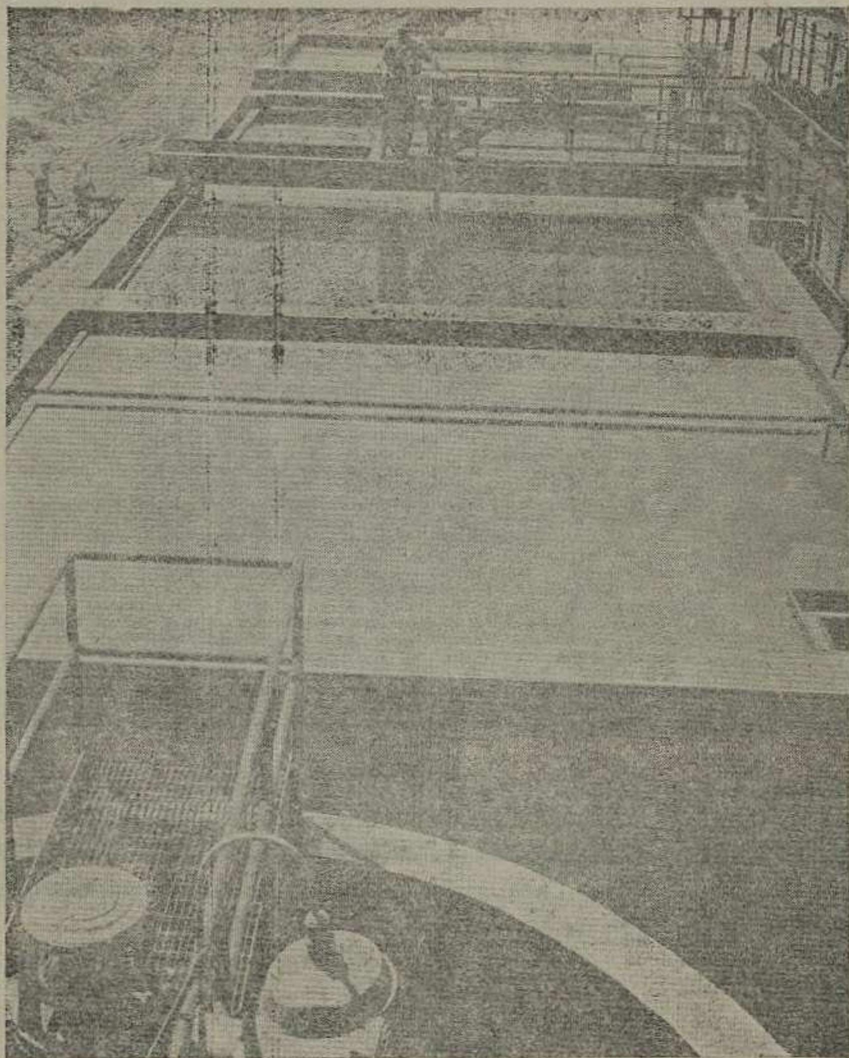
आकृति १९–६ पुस्तकात वर्णिलेला आणि आ. १९–३ मध्ये दाट करण्याचे उपकरण (j) म्हणून दाखविलेला क्षारीय अपशिष्टावर उपचारण करण्याचा सायक्लेटर. पुरोभागातील नळ्यांमधून क्षारीय अपशिष्टे ह्या गोल टाकीत शिरतात, आणि दोन पासून सहा तासापर्यंतच्या काला करता तेथेच राखण्यात येतात. ह्या टाकीतील साका खांजणात व अवमल टाकीत पंप केला जातो आणि स्वच्छ निःस्राव वालुका निस्यंदकात आणखी स्वच्छ केला जातो.



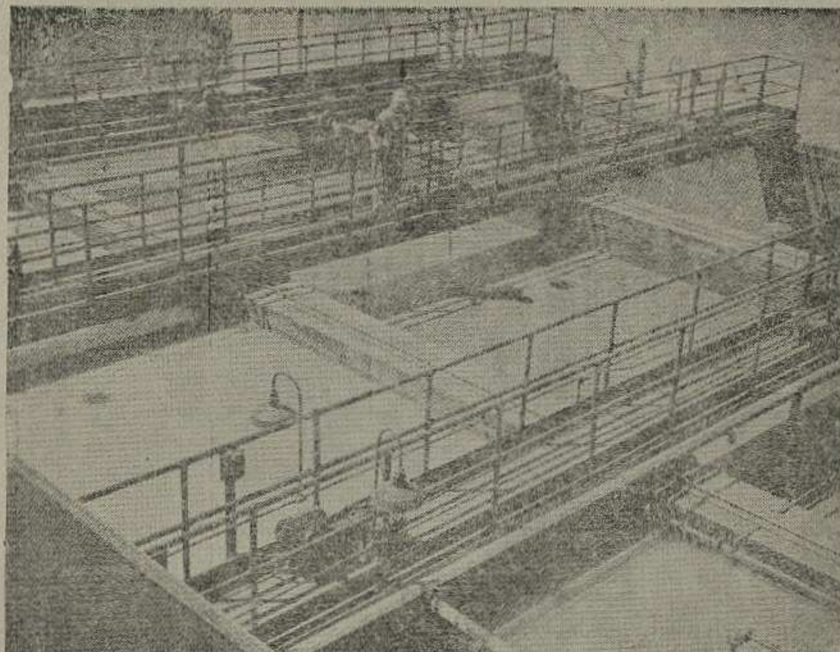
आकृति १९-७ पुस्तकात वर्णन केलेली आणि आ. १९-३ मध्ये D टाकी म्हणून दाखविलेली pH चे नियंत्रण करण्याची एक हजार गॅलनची टाकी ८.५ इतके नियंत्रण करण्यासाठी ह्या टाकीमधून क्षारीय अपशिष्टे सतत पंप करण्यात येतात. डाव्या बाजूकडील तबकडीवर pH ची नोंद होते. उजव्या बाजूवरील दोन उदग्र नलिका अंतस्त्राव व निःस्त्राव करीत आहे.



आकृति १९–८ येथे संयंत्राच्या संपूर्ण परिचालनातील अपशिष्टे निरनिराळ्या रंगाच्या नळ्यांत प्रवेश करतात व ती अलग ठेवण्यात येतात अथवा खोलीच्या बाहेर पडण्यापूर्वी अन्य अपशिष्टांत मिसळण्यात येतात. ह्या अपशिष्ट-उपचारणातील परिचालनाच्या गुंतागुंतीची कांहीशी कल्पना ह्या चित्रावरून येते.



आकृति १०–९ अग्रभागी असलेल्या पंपानी ह्या तीन टाक्यात अम्ल पंप करून साठविण्यात येते. पहिल्या टाकीत सायकार (skimmer) आहे. अपशिष्टांचे पूर्ण उपचारण केल्यानंतर ते ज्या नाल्यात सोडले जाते तो नाला पार्श्वभागी आहे.



आकृति १९–१० ह्या तिन्ही सायनाइड–ऑक्सीकरण टाक्यांची धारकता प्रत्येकी ८०००० गॅलन क्षारीय अपशिष्टाइतकी आहे आणि त्यांच्या आकारावरून या अपशिष्ट उपचारण संयंत्राचा प्रकल्प किती मोठा आहे हे दिसून येते. जेव्हा संयंत्र चालू असते तेव्हा तीन अथवा चार कर्मचारी संपूर्ण वेळ कामावर हजर असलेच पाहिजे.

उद्योगाकडून जेव्हा राज्य जल-प्रदूषण नियंत्रण मंडळाला सहकार्य मिळते आणि पूर्णपणे उपचारण केलेले स्वच्छ पाणीच फक्त सार्वजनिक जलव्यवस्थेत सोडले जाते तेव्हा प्राप्त केलेली निश्चित मूल्ये आ. १९-११ मध्ये चित्रित केली आहेत. हे चित्रसुद्धा त्यांनीच पुरविले आहे.



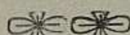
आकृति १९-११ काटेचमचे तयार करण्याच्या कारखान्यातील निस्त्राव ज्या नाल्यात सोडण्यात येतो तो नाला.

क्षारीय अपशिष्टाच्या स्निग्ध वैशिष्टयासारख्या काही अडचणी परिचालनात आल्या होत्या; सामान्यपणे हे अपशिष्ट-प्रक्रिया संयंत्र व्यवस्थित चालले आहे व त्याचे श्रेय सल्लागार*, प्रमुख रसायनतज्ञ, आणि संयंत्राच्या कार्यकारिणीला आहे. हे प्रकरणवृत्त इतरांनी अनुसरावे असे एक उत्तम उदाहरण आहे. पर्याप्त संशोधन, प्रायोगिक संयंत्राचे अध्ययन, आणि भक्कम अभियांत्रिकी तर्कसंगती, यांच्या सहाय्याने समस्या कितीही जटिल असली तरी पर्याप्त अपशिष्ट उपचारण संयंत्राची तरतूद करता येते हे त्यावरून दिसून येते. या उदाहरणात औद्योगिक अपशिष्टावर पूर्ण उपचार करणे, आणि नंतर ते संग्राही नाल्यात सरळ सोडून देणे, यांचा अंतिम उकलीन अंतर्भाव होता.

संदर्भ :–

१ डॉज, बी. एफ., आणि डब्ल्यू झब्बान, " सायनाइड वेस्ट्स: ट्रीटमेंट वुइथ हायपोक्लोराइड अँड रिमूव्हल ऑफ सायनेट्स " **प्लेटिंग**, ३८, ५६१–५७१ (१९५१); 'बॅच व्होलेटायझेशन ऑफ हायड्रोजन सायनाइड फ्रॉम ॲक्कियस सोल्यूशन्स ऑफ सायनाइड्स,' **प्लेटिंग**, ३१ ११३३, १२३५ (१९५में).

२ वॉकर, सी. ए. आणि डब्ल्यू–झब्बान, " ट्रीटमेंट ऑफ सायनाइड वेस्ट्स बाय आयर्न एक्स्चेंज " **प्लेटिंग**, ४०, १६५, २१९ (१९५३); " ट्रीटमेंट ऑफ प्लेटिंग रूम वेस्ट सोल्यूशन्स वुइथ ओझोन, " **प्लेटिंग**, ४०, ७७७ (१३५३).



* बी. एफ. डॉज, सी. ए. वॉकर, डब्ल्यू झब्बान

: २० :

जागेची निवड

प्रस्तावना :–

नूतन संयंत्राकरता उत्तम जागा निवडणे ही कोणत्याहीं औद्योगिक संस्थेला तोंड द्यावे लागणाऱ्या समस्यांपैकी एक समस्या असते (४). पैशाचा मोठ्या प्रमाणात अकारण व्यय टाळण्यासाठी आणि अनिश्चितपणे व अकारण डोकेदुखीने भरलेले दिवस काढण्याची शक्यता आगाऊ कृतीने चुकवण्यासाठी कंपनीने संयंत्राच्या परिचालनासंबंधी अन्य कोणतेही निर्णय घेण्यापूर्वी जागेचे काळजी पूर्वक विश्लेषण केले पाहिजे. **रासायनिक** आणि **विभिन्न उत्पादन (varied-products)** उद्योगांच्या बाबतीत जागेची निवड करणे ही विशेष अवघड समस्या असते. तीत आढळून येणारे खाचखळगे अनेक असतात आणि चुकीची जागा निवडण्याने गंभीर दुष्परिणाम निर्माण होतात. पाण्याविषयी पुरेसा विचार न करता अनेक वेळा जागेचा निवड केली जाते. केवळ पाणी पुरवठाच नव्हे तर अपशिष्ट–निस्तारणाकरता लागणाऱ्या पाण्याच्या बाबतीतसुद्धा पाण्याच्या या दोन साधनांपैकी एकाच्याही अभावी कसल्याही स्थानावरील कोणतेही संयंत्र यशस्वीपणे चालण्यास प्रतिबंध होणे शक्य असते.

जागेची निवड करण्यास अर्थातच अनेक महत्वाच्या अन्य घटकांचा संबंध येतो. त्यातील कांही घटक खाली दिले आहेत: उपलब्ध कामगारांची संख्या व प्रकार; संघटनांची क्रियाशीलता; तेथील लोकांची उद्योगाबद्दलची आस्था; परिवहन सुविधा; पाण्याची राशि व दर्जा; विद्युत्शक्ति; शासकीय कर; इंधन (तेल, वायू, कोळसा); हवामान; कच्च्या मालाचा पुरवठा; बाजारपेठेपासूनचे अंतर; अपशिष्ट उपचारणाच्या गरजा; अरिष्टांचे धोके; निर्मितीतील

धोके; प्रचलित (prevailing) वारे; मृदावस्था; क्षेत्रीय देखावा; मनोरंजन सुविधा; व शैक्षणिक सुविधा.

यांतील कांही घटक मूर्त (tangible) असतात व त्यांचे मूल्यमापन सहज करता येते; सामाजिक मानसिक प्रवृत्तीसारख्या अन्य घटकांचे मूल्य ठरविणे अवघड जाते. ह्या प्रकरणात ह्या सर्व घटकांवर सर्वंकष चर्चा करणे आणि त्यांचे मूल्यमापन करणे लेखकाला शक्य होणार नाही, कारण तसे करावयाचे झाल्यास एक संपूर्ण ग्रंथच लिहावा लागेल. जागेच्या निवडीवर स्वच्छ पाण्याचा पुरवठा आणि अपशिष्टांची विल्हेवाट करण्यास लागणारे तनुकरण-जल, यांच्या पडणाऱ्या प्रभावासंबंधीच ह्या पुस्तकाच्या वाचकांना आस्था असणे साहजिक आहे. तथापि, संयंत्राच्या स्थाननिश्चितीच्या संपूर्ण समस्येचे योग्य सम्यक्‌दर्शन (perception) औद्योगिक अपशिष्ट-अभियंत्याला व्हावे म्हणून प्रत्येक घटकावरील थोडथोड्या टिप्पणींचाही समावेश करण्यात येईल.

२० १: उत्पादनाच्या खर्चावर आधारलेले मूल्यांकन-

नूतन संयंत्राच्या जागांचे मूल्यांकन करण्याच्या हॉयरने (४) दिलेल्या कामचलाऊ पद्धतीत (को. २०-१) दर १०० पौंडाच्या उत्पादनास येणाऱ्या परिचालनाच्या अंतिम खर्चावर अनेक घटकांचे परिणाम दाखविले आहेत, आणि जे घटक मुख्य खर्चास जबाबदार असतात त्यांच्यासंबंधी वस्तुनिष्ट माहिती सादर केली आहे. कोष्टकवार दृष्टिक्षेप टाकण्याने व उत्पादन खर्चावर आधारलेल्या जागांचीच फक्त तर्कसंगती लावण्याने आपणाला असे वाटेल कीं, पहिल्या क्रमांकाच्या जागेची निवड सकृद्दर्शनी यशस्वी ठरेल, परंतु, असे गृहीत धरणे नेहमीच बरोबर ठरणार नाही. उदा. आठ जागांवरील पाण्याच्या खर्चातील कमाल फरक दर १०० पौंड उत्पादनास फक्त ०.०२ डॉलर आहे व हे पाहून आश्चर्य वाटेल. म्हणून ह्या उदाहरणात अधिक तपशीलवार अभ्यास केल्यावर असे दिसून येणे शक्य आहे कीं, प्रत्येक जागेप्रमाणे पाणी पुरवठ्याचा दर्जा बदलत आहे आणि या गोष्टीचा, उत्पादनाचा दर्जा आणि खर्च यावर प्रत्यक्ष परिणाम होईल. अपशिष्टाचे निस्तारण ही उत्पादनाच्या खर्चातील प्रमुख बाब असेल अशा प्रकारची जर पदार्थ-निर्मिती करावयाची असेल तर को. २०-१ मधील तपशिलात अपशिष्ट-उपचारणांचा खर्च मिळविला पाहिजे.

तीच तुलनात्मक मूल्ये सादर करण्याची आणखी एक पद्धत आ. २०-१ मध्ये दाखविली आहे. तीन संयंत्र - स्थानांच्या सर्वेक्षणाचा (७) गोषवारा त्यात दिला आहे. त्यात वार्षिक आधारावर वेगवेगळा खर्च दंडलेखाच्या (bar-chart)स्वरूपात दिला आहे. एकत्रित आणि

कोष्टक २०–१

दर १०० पौंड उत्पादनास येणाऱ्या डॉलर–खर्चावर आधारलेल्या संयंत्र–स्थानांचा अभ्यास (४)

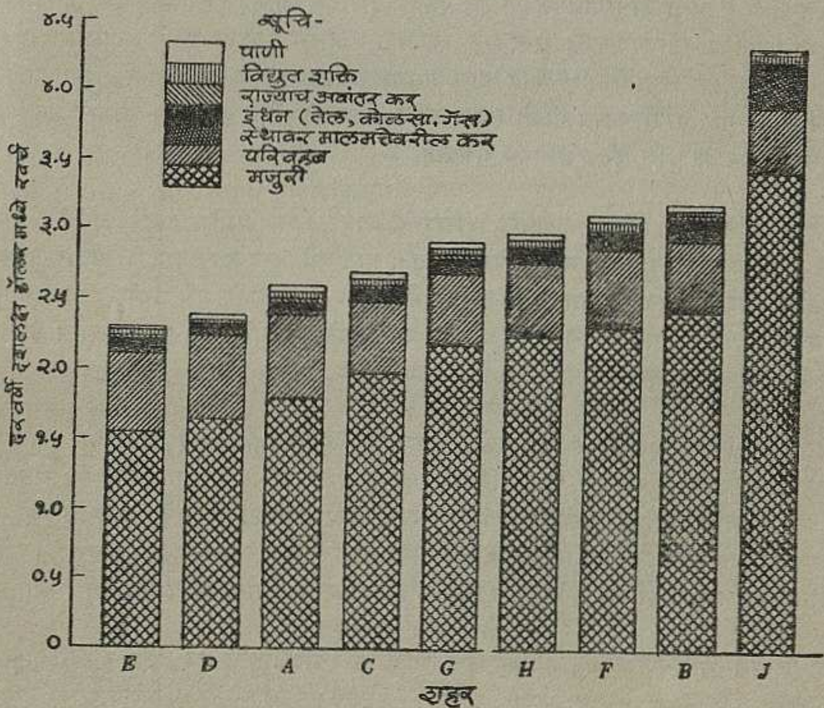
जागेचा क्रमांक*	दर १०० पौंड उत्पादनावरील खर्च							खर्चांतील फरक				
	वाफ	ऊर्जा	पाणी	मजूरी	एकूण वाहतूक खर्च	कर	एकूण	$ १०००/वर्ष संघीय कर भरण्यापूर्वी	$ १०००/वर्ष संघीय कर भरण्यानंतर	दर १०० पौंड उत्पादनावरील खर्च	वाफेचा खर्च	कर
१	२.१५	०.७९	०.७५	५.०३	३.३१	१.१६	१३.१९	०	०	०	०	०
२	३.७०	०.७२	०.७३	५.०३	३.१९	१.९७	१५.३४	२१५	१३३	२.१५	१.५५	०.८१
३	३.७७	०.४९	०.७३	५.०३	३.३२	२.२६	१५.६०	२४१	१५०	२.४१	१.६२	१.१०
४	३.५२	०.८७	०.७५	५.८३	३.७८	१.६८	१६.४३	३२४	२००	३.२४	१.३७	०.५२
५	४.४२	०.८९	०.७५	४.२७	३.११	३.०६	१६.५०	३३१	२०५	३.३१	२.२७	१.९०
६	४.६४	०.७९	०.७३	४.२७	३.२७	३.०६	१६.७६	३५७	२२०	३.५७	२.४९	१.९०
७	३.९४	०.८९	०.७३	४.७०	३.५८	३.०७	१६.९१	३७२	२३०	३.७२	१.७९	१.९१
८	४.६४	०.७९	०.७३	४.३८	३.३४	३.६१	१७.४९	४३०	२६५	४.३०	२.४९	२.४५
कमाल फरक	२.४९	०.४०	०.०२	१.५६	०.६७	२.४५	४.३०					

* १, ५, ७ व ८ या जागांवर जलीय वाहतूक उपलब्ध नव्हती;
२, ३, ४ व ६ या जागांवर जलीय वाहतुकीची शक्यता होती.

संक्षेपित स्वरूपातील ही माहिती, नवीन संयंत्राची जागा निश्चित करण्याच्या प्रयत्नात असलेल्या उद्योगाला अतिशय उपयोगी होईल.

२०-२. मूर्त आणि अमूर्त घटक :

मजूरांच्या पुरवठ्यांच्या महत्वावर कितीही भर दिला तरी तो अपुराच ठरेल. उत्तर युनायटेड स्टेटमधील अनेक शहरात मजुरांची दुर्मिळता असल्याने, अनेक कंपन्यांनी दक्षिणेकडे जागा घेण्यास सुरवात केली आहे; १९५४ पासून हा कल विशेष प्रमाणात दिसून येत आहे. उपलब्ध मजूरांच्या **प्रकारासही** तितकेच महत्व असते; म्हणजेच विशिष्ट पदार्थांच्या बिनिर्मिती करता लागणारा असाच तो असला पाहिजे. पुष्कळवेळा त्या क्षेत्रातील महाविद्यालय अगर विश्व



आकृति २०-१. संयंत्र स्थानाच्या सर्वेक्षणाचा सारांश (न्यू हॉफ प्रमाणे [७])

विद्यालय याच्याशी औद्योगिक कर्मचाऱ्यांना शिक्षण देण्यासाठी सहयोग करणे शक्य असते असे उद्योगाला आढळून आले आहे. सामान्यपणे कामगारवर्ग हुशार, सहज शिकेल असा, सहकार्य देणारा आणि औद्योगिक उद्दिष्टांविषयी आस्था असलेला असणे इष्ट असते.

कामगारवर्गांच्या अडचणींच्या जुन्या माहितीचे अन्वेषण करून, त्या क्षेत्रातील संघटनांची संख्या आणि प्रत्येक संघटनेच्या संख्याशक्तिची निश्चित माहिती घेऊन, संघटनांच्या कार्यांचे ज्ञान उत्तम प्रकारे मिळवता येते. संघटनांच्या व्यवस्थापनाकडे पाहण्याच्या प्रवृत्तीलाही महत्व असते.

जागांच्या निवडीवर अमूर्त घटकांचाही प्रभाव पडतो. उद्योगाबद्दलची त्या क्षेत्रातील प्रवृत्ति, क्षेत्राचा देखावा, हवामान परिस्थिति, परिवहन आणि मनोरंजन ह्यांचा अमूर्त घट-कांत अंतर्भाव होतो. त्या क्षेत्रातील लोकांच्या प्रवृत्तींचे, त्यांच्या गावातील स्थानासंबंधी नागरी अधिकाऱ्यांशी केलेल्या बोलण्यावरून आणि पत्रव्यवहारातून ज्ञान होते, अनुकूल देखाव्यात, चांगल्या स्थितीत असलेले स्वच्छ रस्ते, घरे, व्यापारी मोहोल्ले, बगिचे आणि शाळांशी संबंध येतो; शिवाय, त्या क्षेत्रात नवीन कामे चालू असल्यास तो पुरावाही त्याचे द्योतक होतो. नवीन उद्योगात हवामान परिस्थितीस वाढते महत्व असते. कारण प्रदूषित हवेपासून होणारे उपद्रव व स्वास्थ्याचे संभाव्य धोके अनेक प्रकारचे असतात.

परिवहनासंबंधी विचार करताना, मोटारीने, आगगाडीने, आणि हवाई मार्गाने किती सहज जाता येते, तसेच प्रमुख बाजार पेठांचे अंतर, यासंबंधी मूल्यमापन करावे. मनोरंजनाच्या सुविधांचा विचार करताना त्यात खेळण्यासाठी मैदानाची सोय, पोहोण्याचे तलाव, गोल्फकोर्सेस टेनिस कोर्टस, सार्वजनिक बगिचे आणि (समुद्र अगर नदी) किनारे, वाचनालये आणि सांस्कृ-तिक केंद्रे, यांचा समावेश करावा.

वुडने (१५) असे म्हटले आहे की, संयंत्राच्या स्थान निश्चितीस जबाबदार असणारे प्रमुख घटक. कामगार, बाजार पेठा, परिवहन, कच्चा माल, शक्ति आणि इंधन, हे असतात. पूर्वीच्या स्थानांत बदल करण्यास उद्योगांनी दिलेल्या अन्य कारणांत, विकेंद्रीकरणाचे अविरत धोरण, परिचालनाचे नियंत्रण अधिक चांगले होण्यासाठी करावे लागणारे विकेंद्रीकरण, काम-गारांना मिळणारे सामाजिक व आर्थिक फायदे, आणि स्वस्त किंमत, यांचा समावेश असतो.

आपले सायरॅक्यूज संयंत्र बंद करून व त्याच्या परिचालनातील एक घटक कोर्टलंड, न्यूयॉर्क येथे हलविताना स्मिथ कोरोना मर्चंट, इन्कॉ. (१२) या कंपनीने "स्थानांतराचा निर्णय घेताना कार्यकारी समितीवर, एकत्रीकरण करून परिचालनात काटकसर करण्याची आवश्यकता

आणि सायरॅक्यूज भागाच्या तुलनेने कोर्टलंड भागात, अधिक संख्येने होणारी कामगारांची उप-लब्धी, ह्या गोष्टींचा प्रभाव पडला." असे म्हटले आहे. नवीन जागेवर जरी संपूर्ण अपशिष्ट-सुविधांची गरज लागणार असली तरीही हा विचार करण्यात आला ही लक्षात ठेवण्यासारखी गोष्ट आहे.

थिओकोल केमिकल कॉर्पोरेशनने दक्षिणेकडील सात जागापैकी एका जागेवर (१०) एक नवीन इंजन संयंत्र बसवावयाचे ठरविले. समाजाची मान्यता, मजूर परिस्थिती, परिवहन समस्या आणि खोल पाणी असलेल्या बंदराची आवश्यकता, यांच्यावर ही निवड अवलंबून होती असे सांगण्यात आले. ली शीलर पेपर कंपनीने अलिकडे (११) असे जाहीर केले की, पुलास्की, न्यूयार्क येथे छायाचित्रांच्या कागदाच्या उत्पादनाकरता कंपनी एक नवीन संयंत्र बसविणार आहे. राज्य आयुक्त मक याने खालीलप्रमाणे म्हटले असल्याचे उद्धृत करण्यात आले: "आगगाडीने परि-वहन करण्याच्या सुविधा आणि आंतरप्रांतीय राजमार्ग ८१ च्या खेरीज उत्तम दर्जाच्या पाण्याच्या पुरवठ्यामुळे या जागेची निवड करण्यात आली हे लक्षात ठेवण्याजोगे आहे."

"प्लँट मॅनेजमेंट अँड इंजिनिअरिंग" या प्रकाशनाचा सहसंपादक ब्रेनन (९) ने असे म्हटले आहे कीं, नवीन संयंत्राच्या संरचनेचे आयोजन करणाऱ्या कंपनीच्या अधिकाऱ्यांनी आग्रहपूर्वक सांगितले कीं अत्युच्च राजमार्गामुळे उपलब्ध होणाऱ्या सोयीच्या जागेच्या निवडीच्या आकर्षणात जरूर भर पडली असली तरी त्या प्रक्रियेतील तितकेच महत्वाचे अभ्यासलेले पैलू, उपलब्ध जागा, उपयुक्त सेवांची तरतूद, हाताशी असणारा कामगार वर्ग, आणि भविष्यकालीन विस्ता-रणाची संभाव्यता, हे होते.

सॅफोर्ड (८) ला असे आढळून आले कीं, बहुतेक उदाहरणांत जागेच्या निवडीतील अभि-यंत्याच्या कार्यातील पहिला टप्पा, प्राथमिक व अंतिम अवस्थेत प्रस्तावित संयंत्रातून नाल्यात प्रस्त्रावित होणाऱ्या एकूण प्रदूषक भागाचा अंदाज घेणे आणि नंतर अनेक प्रयोगात्मक (tenta-tive) स्थाने प्रस्थापित करणे, हा असतो.

टोलचे (१३) असे म्हणणे आहे कीं, संयंत्राच्या जागेसाठी परिपूर्ण सपाट, पूर रहित असे विशाल क्षेत्र असावे. तेथील आधारपृष्ठ (bearing surface) उत्तम प्रकारचे असावे; एका बाजूला आगगाडीचा रस्ता, दुसऱ्या बाजूस जवळजवळ विशुद्ध असलेला अमर्याद जलाचा साठा असलेला नाला असावा; तिसऱ्या बाजूस उच्च दाबाचा विद्युत प्रवाह उपलब्ध असावा, आणि चौथ्या बाजूस सहज प्रवेश मिळणारा आणि प्रसिद्धीमूल्य असलेला महत्वाचा राजरस्ता असावा. मोठ्या वस्तीच्या बाहेर (पण तुलनेने निकट) अशी ही जागा असावी आणि त्या ठिकाणी आव

श्यक अशा सर्व सुविधा व सांस्कृतिक फायदे उपलब्ध व्हावेत. योग्य किंमतीत अशी जागा विकू इच्छिणारा एकच मालक असणे ही ह्या चित्रपूर्ण जागे विषयीची शेवटची अपेक्षा ! मि. टोलने असे नमूद केले आहे कीं, अशी युटोपियन जागा त्याला अद्याप आढळून आलेली नाही.

२०-३. दीर्घ मुदतीच्या नियोजनाचे महत्व-

शहरी योजना आणि नवीन संयंत्र कोणत्या जागी बसवावे या संबंधीचा उद्योगाचा निर्णय यांच्यात एक महत्वाचा संबंध असतो (१५). पुष्कळवेळा, एका स्थळापेक्षा दुसरे स्थळ जास्त फायदेशीर असते. संयंत्राच्या जागा, स्थानिक फायदे व कर, उपयुक्त सेवा, करमणूक, परि-वहन, इत्यादी घटकातील अल्प तफावतींचा समावेश असतो. जेव्हा नगर शासनाची दृष्टी दूर-दर्शी असते तेव्हा औद्योगिक विकासाकरता निश्चित क्षेत्र राखून ठेवण्यात येते, व तेथे आग-गाडींचे सायडिंग, राजमार्ग प्रवेश, इत्यादींची परिपूर्णता करण्यात येते. त्यामुळे वेगवेगळ्या आकारांच्या कारखान्यांना जागा उपलब्ध होऊ शकतात आणि वैयक्तिक उद्योगांना आपापल्या संयंत्रांच्यासाठी लांब (spur) मार्ग, फरसबंद रस्ते बांधावे लागत नाहीत अथवा अगदी निक-टच्या विद्यमान व्यवस्थेशी, पाणी, गॅस, वाहितमलाचे नळ, अगर विजेच्या तारा जोडण्याची जरूरीं पडत नाही. जागेची योग्य किंमत असली तर जागेच्या आकारावरही बंधन पडत नाही. गाडीतळ आणि धोक्याच्या क्षेत्राच्या भोवतालीच केवळ पुरेशी जमीन उपलब्ध आहे एवढेच नव्हे तर भविष्यातील विस्तारणाकरताही जमीन उपलब्ध होईल अशी विस्तृत जागा राखून ठेवावी. भविष्यकाळातील विस्तारणाची आगाऊ कल्पना करणे अर्थातच अवघड असते आणि अंतिम गर-जांकरता सामान्यतः जागा अपुरी पडते. तथापि, अशा बहुतेक अडचणींचा निरास करण्यास दूरदर्शी नागरी योजना सामान्यपणे बऱ्याच प्रमाणात उपयोगी होतात.

मोठ्या प्रमाणात अपशिष्टे निर्माण होणाऱ्या बहुतेक उद्योगाकरता शहरसीमेच्या बाहेरील जागा निवडण्यात येतात. त्यात नागरी कर टाळणे हा मुख्य उद्देश असतो; तसेच जागेची फार किंमत न देता मोठी जावा मिळवता येते. त्यावरून अशा उदाहरणात, शहरसीमेत जर संयंत्रे बसविली असती तर संयंत्रावर जे कर द्यावे लागले असते त्यातून मिळणाऱ्या रकमेइतके शहराचे उत्पन्न कमी होईल असा अर्थ नाही. शहराला अप्रत्यक्षपणे उत्पन्न मिळत असतेच, कारण आपल्या कामगारांना दिलेली मजूरी ते शहरातच खर्च करतात, आणि त्यापासून शहरातील व्यापाऱ्यांचा फायदा होतो; तसेच ज्या कामगारांची स्वतःची घरे शहरात असतात त्यांना आपल्या जंगम-मालमत्तेवर (real-estate) कर द्यावा लागतो. जर उद्योग त्या क्षेत्राच्या पूर्णपणे बाहेर गेला तर ह्या फायद्यांपैकी कोणतेही फायदे शहराला उपलब्ध होणार नाहीत. म्हणून नगरशासकाला, जेथे विस्तारास पुरेशी जागा उपलब्ध होते तेथे, मग तीं नगरसीमेच्या बाहेर असो वा नसो,

उद्योगाला त्या ठिकाणी आपला उद्योग सुरू करण्यास उत्तेजन देणे, हा उचित मार्ग असतो; कारण, जेथे विस्तारास वाव मिळेल अशा अन्य शहराकडे धंदा जाऊ देण्यापेक्षा अशा जागेवर उद्योगाचा विस्तार होऊ देणे शहराच्या हिताचे असते. विस्तार करण्यास जागा उपलब्ध नाही ह्या एका कारणास्तव अनेक औद्योगिक संयंत्रे बाहेर नेण्यात येत आहेत. अर्थात हे सर्व अन्य कारणांच्या बहाण्याखाली अनेक वेळा केले जाते.

लेविसला (५) असे वाटते कीं, ज्या समाजाचे नियोजन आणि शासन योग्य प्रकारे झालेले असते तेथे शहरातील आणि प्रादेशिक योग्य नियोजनामुळे त्या शहराकडे मुख्यतः ह्या वैशिष्ट्यामुळे, काही उद्योग आकर्षिले जातात. त्याने उद्योगांचे (६) शहरी आणि निमशहरी असे वर्गीकरण केले. शहरी गटात मोसमी कामगारवर्गांचा संबंध येत असलेल्या आणि म्हणून कामगारांची उच्च प्रमाणात उलाढाल होत असलेल्या, आणि ज्यात पाणी लागणाऱ्या, अगर न लागणाऱ्या आणि म्हणून अपशिष्टांची समस्या न उद्‌भवणाऱ्या लघु उद्योगांचा त्याने समावेश केला. त्याच्या निमशहरीं गटात भारी धातू व रासायनिक उद्योग परिष्करण संयंत्र refineries इत्यादींचा, म्हणजेच ज्या उद्योगांना मोठ्या प्रमाणात पाणी लागते आणि भरीव प्रमाणात अप-शिष्ट-निस्तारणांच्या समस्या निर्माण होतात, अशांचा समावेश होतो.

ज्या उद्योगात, नवीन क्षेत्रात जाऊन आपल्या स्वतःच्या वसाहती प्रस्थापित करणे शक्य होईल अशा पुरेशा संख्येत निरनिराळ्या प्रकारचे कामगार नेमून घेण्याची पात्रता असते अशा तिसऱ्या गटाचाही त्याने उल्लेख केला आहे. ह्या गटात मोठ्या प्रमाणातील दारुगोळ्याचे कार-खाने, खाणी, आणि विमाने जोडणे व त्यांची तपासणी करणे, यांचे वर्गीकरण केले आहे आणि उदाहरणादाखल गॅरी, इंडीयाना या पोलाद कारखान्यांचीं शहरे व ॲक्रॉन, ओहायओ ह्या रबर उद्योगाच्या शहरांचा त्याने नामनिर्देश केला आहे.

२०-४. क्रांतिक घटक म्हणून अपशिष्टाची विल्हेवाट-

गत कालात औद्योगिक प्रक्रियांतील अपशिष्टांच्या निस्तारणाकडे दुर्लक्ष केले गेले, परंतु तसे आता करून चालणार नाही. उद्योगांकडून तापदायक अपशिष्टे कायदेशीरपणें प्रस्त्रावित केली जातात अशी एकटीदुकटी कांहीं थोडी उदाहरणे अद्यापही अस्तित्वात आहेत. परंतु दुसरा कोणी तरी अपशिष्टांचे बाबतीत कांही कारवाई करील या आशेने एकादे संयंत्र बांधतांना निस्तार-णाची समस्या टाळण्यापेक्षा तिला तोंड देणे अधिक श्रेयस्कर असते; नंतर त्या समस्येला तोंड देणे अतिशय अवघड जाते.

जुन्या संयत्राच्या पेक्षा नवीन संयंत्रातील अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीतील सुविधांच्या विनिर्देशनांच्या बाबतीत प्रदूषण–नियंत्रण प्राधिकरणे सामान्यतः अधिक कडक असतात. त्याची कारणे भरभक्कम आहेत: नवीन संयंत्राचे बांधकाम इतक्या जलद गतीने होत आहे की पुढील दहा वर्षांच्या कालावधीत जुन्यापेक्षा नव्या संयंत्राची संख्या जास्त होईल आणि जुन्या संयंत्राच्या बाबतीत व्यापक प्रमाणात लागणारी अपशिष्ट–उपचारणाची कार्यवाही करणे जरूर असले तरीही अंदाजपत्रकात त्याकरता रक्कम बाजूला ठेवलेली नसल्याने आणि तसा पैसाही जवळ नसल्याने, त्याप्रमाणे करता येत नाही; पण नूतन संयंत्राच्या बाबतीत त्यासाठी पैशाची तरतूद करणे सुलभ होते. तसेच नवीन संयंत्राच्या उत्पादन योजनेत अपशिष्ट–उपचारण व्यवस्थेतील योग्य जागा आणि नळांच्या संचांचा सुरवातीलाच समावेश करता येईल असे अभिकल्पन करणे नवीन संयंत्राच्या बाबतीत शक्य असते. जुन्या संयंत्राच्या बाबतीत अशी परिस्थिती सामान्यतः असू शकत नाही. किमान तीव्र अडकाठी निर्माण होण्याइतक्या प्रमाणात तरी ती कठीण असते.

या विषयी केवळ प्रदूषण–नियंत्रण प्राधिकरणांच्याकडूनच नव्हे तर लोकांकडूनही दबाव आणला जातो. उदा. लोकांच्या तक्रारीच्यामुळे तेल–परिष्करण कारखान्यांना जागा निवडतांना अपशिष्ट उपचारणाच्या समस्यांच्या बाबतीत सतत जागृत राहणे भाग पडते. १३ जून १९६२ रोजी न्यू यॉर्क टाइम्स मध्ये छापलेल्या एका जवळ जवळ खोचक अशा अग्रलेखात असे लिहिले होते कीं, " औद्योगिक मंडळाच्या व्यवस्थापकांना वन्य जीवनांच्या संरक्षणाकरता राखून ठेवलेल्या क्षेत्रांना धोका होणार नाही अगर त्यांच्यावर आक्रमण होणार नाही अशा जागांचा शोध करण्यास शिकता यावे म्हणून लोकांना आणखी किती तीव्र आणि अपयशी संघर्ष करावे लागणार आहेत ? उपरी " डिलावेअर " उपसागराच्या पाणकोंबड्याविषयी प्रसिद्ध असलेल्या दलदलीच्या प्रदेशात परिष्करण यंत्रणा बसविण्याच्या प्रयत्नात लोकांच्या आरडाओरडीला तोंड द्यावे लागेल हे तेल कंपनीच्या आधीच लक्षात यावयास पाहिजे होते – – – – – आणि जागेची इतरत्र पाहणी करण्याचा शहाणपणा तिने दाखवावयास हवा. " दुसऱ्या दिवशी संपादकाला पाठविलेल्या पत्रात, यूजेन. एछ. हार्लोने अशी टिप्पणी केली की, " पेट्रोलियमचे उपपदार्थ (deriuatiues), त्यातील काळे चिकट निक्षेप कोणच्यातरी दूरच्या संभाव्य किनाऱ्यावर वाहून जाईपर्यंत अनंत काल तरंगत राहतात, अनेक प्रकारच्या जीवांचे मरण ओढवते, व इतरांना तेथून निघून जावे लागते; अशीं वस्तुस्थिती म्हणजे निसर्गाच्या पुत्रांच्यावर तेल सांडून एक गंभीर आपत्ति ओढवणेच होय ! तेल उद्योगाचे हे कर्तव्य आहे की अशा तऱ्हेच्या नुकसानीस त्यांनी प्रतिबंध करावा. "निवडलेल्या जागेपासून तेलपरिष्करण संयंत्र दूर नेण्याऐवजी तेल सांडण्याचे टाळता येईल अशी व्यवस्था करावी अशी त्याने विनंती केली.

गौडीने (३) असे निदर्शनास आणून दिले की, जुन्या स्थानांवर अपशिष्ट–उपचारणात अडचणी निर्माण झाल्याने अनेक उद्योगांना स्थाननिश्चिती पुन: करावी लागली त्याने असेही म्हटले आहे कीं, आपल्या अपशिष्ट–निस्तारणातील समस्यांचे महत्व कमी लेखण्याचा प्रयत्न करण्याचीही उद्योगांना सवय लागली आहे आणि त्यामुळे योग्य स्थानाविषयी सल्ला देणे सल्लागारांना कठीण होऊन बसले आहे. उद्योगाने एखादे विशिष्ट स्थान निश्चित केल्यानंतर अपशिष्ट निस्तारणाच्या समस्यांची उकल करण्याचा प्रयत्न करण्यात नगरपालिका आणि उद्योग, अशा दोघांनाही बराच पैसा खर्च करावा लागत असल्याने, जेव्हां उद्योगाचे प्रथम आयोजन करण्यात येते तेव्हां त्या बाबी विचारात घ्याव्या असे गौडीने प्रतिपादन केले आहे. कॅलिफोर्नियातील औद्योगिक आणि नागरी अपशिष्टांच्या असंगत (incompatible) उकलींची त्याने अनेक उदाहरणे दिली आहेत. सारांश, त्याचे असे म्हणणे आहे की, अपशिष्ट–निस्तारणाच्या प्रश्नावर पूर्वी देण्यात येत होते त्यापेक्षा बऱ्याच जास्त प्रमाणात लक्ष देण्यात आले पाहिजे. उद्योगाचे स्थान कोठे निश्चित करावे यासंबंधी अंतिम निर्णय होण्यापूर्वी त्या उद्योगांच्या व्यवस्थापकांच्या जवळ पूर्ण माहिती असल्यास जागेसंबंधी समन्वय समितीशीं वाटाघाट करतांना, त्या माहितीची फार मदत होईल. कांही महानगरीय क्षेत्रात अशा समितीत सार्वजनिक आणि कांही उपयुक्त सेवांचे, तसेच उद्योगाला सेवा पुरविणाऱ्या नागरी व कौंटीतील खात्याचे प्रतिनिधी असतात.

तथापि, वुडने स्थानिक समन्वय समितीचा उपयोग करण्यातील खालील तोटे दाखविले आहेत. जवळ जवळ प्रत्येक उद्योगस्थानावर आस्था असलेल्या स्थानीक आणि उद्योगातील स्पर्धे-मुळे प्रकल्पावरील निर्णय घेईपर्यंत तो गुप्त ठेवणे भाग पडते. अशी परिस्थिती असली तरच सल्लागार अभियंत्याला आपल्या अशिलाची ओळख न देता निष्पक्षपणे माहिती गोळा करता येते व समन्वयक म्हणून काम करता येते.

सॅफोर्डने (८) नागरी आणि औद्योगिक वाढींतील (आणि म्हणून अधिक प्रदूषणकारक भार, पण त्याचवेळी कार्यवाहीस कमी कालावधी, मनोरंजनाच्या अधिक विस्तृत सुविधांचा वापर, आणि उच्च राहणीमान) यांना संयंत्राच्या स्थाननिश्चितीतील घटक म्हणून अपशिष्ट–उपचारणावरील भर देण्यातील महत्वाच्या आधुनिक बाबी म्हटले आहे. पैशात मोजता न येणाऱ्या या समस्येचा आणखी एक पैलू, जोपर्यंत अपशिष्ट–उपचारण समस्या समाधानकारकपणे सोडविली जात नाही तोपर्यंत तिकडे गिरणींतील उच्च स्तरावरील अधिकाऱ्यांना जरूरीपेक्षा जास्त लक्ष घालावे लागते, व आपल्या नियमित कामावर वेळ व शक्ति खर्च करण्याऐवजी ह्या समस्येवर ती करावी लागती, हा आहे. जागेचे प्रदेशवर्णन आणि आकार, यांच्या महत्वावर सॅफोर्डने भर दिला आहे कारण, अनेक उदाहरणात, समानीकरण टाक्यांत व ऑक्सीकरण खांजणे म्हणून काम देणाऱ्या उथळ द्रोण्यांत साठवण करून अथवा भरपूर प्रमाणात संचयशक्ति असलेल्या व प्रदूषण

सामावून घेईल अशा जवळच्या नाल्यातील क्षमतेप्रमाणे अपशिष्ट सोडता येईल असे साठवण करणे, ही अपशिष्ट–निस्तारणाची सर्वात सुसाध्य पद्धत आहे.

आणखी एक विचार करण्याजोगी बाब ही आहे कीं, उत्पादन–प्रक्रियांच्यातील फरक अगर नियामक मानकांचा दर्जा वाढविण्यासाठी व्यवस्थापनाने सध्या आयोजित केलेल्या अप–शिष्ट-उपचारणापेक्षा अधिक परिपूर्ण उपचारणाची जरूरी लागण्याची शक्यता असते. म्हणून भरपूर जमीन उपलब्ध असणे अधिकच अवश्यक आहे.

औद्योगिक अपशिष्ट-प्रस्त्रावाच्या संबंधात अनेक अभियंत्यांनी तोड काढण्याकरता एक काल्पनिक समस्या विचारात घेतली व टप्प्याटप्प्यांनी तिची उकल करण्याची योजना सादर केली. त्यांनी गटवार केलेल्या चर्चेत, प्रथम संयंत्राची पार्श्वभूमी देण्यात आली; नंतर कंपनीच्या व्यवस्थापनाचे हितसंबंध, राज्य प्रदूषण–नियंत्रण प्राधिकरणाच्या गरजा, व औद्योगिक वाहित–मलाविषयीच्या विशेषज्ञांच्या हितसंबंधाची चर्चा करण्यात आली. त्यानंतर अपशिष्ट–उपचारण संयंत्राच्या, अभिकल्पनात सल्लागार अभियंता ज्या प्रकारच्या सुविधांचा समावेश करील त्यांचे त्यांनी वर्णन केले. एका काल्पनिक मक्तेदाराने ते संयंत्र उभारले आहे, असे गृहीत धरण्यात आले. शेवटी परिचालकाने जो भाग घ्यावयाचा त्याची रूपरेखा देण्यात आली. औद्योगिक अप–शिष्ट–उपचारण संयंत्रात सुरवातीपासून त्याच्या परिचालनाच्या अखेरपर्यंत संबंध येणाऱ्या तप-शीलांची माहिती अवगत होण्यासाठी हा प्रबंध आमूलाग्र वाचणे (१४) वाचकांच्या दृष्टीने लाभदायक होईल.

२०-५. क्रांतिक घटक म्हणून पाणी पुरवठा

सामान्यतः पाण्याच्या दर्जाच्या आजकालच्या आवश्यकता इतक्या कडक झाल्या आहेत कीं, पाण्यावर उपचार केल्याखेरीज ते वापरण्यास योग्य होईल अशी फारच थोडी पाण्याची नैसर्गिक उत्पत्ति स्थाने उपलब्ध आहेत.

बार्लोने (१) असे म्हटले आहे कीं, अस्तित्वाच्या अर्थाने जर " उपलब्ध " हा शब्द वाप रला तर पाणी नेहमीच उपलब्ध असते असे मानता येईल, कारण खर्च केल्यास पाणी उपलब्ध करणे नेहमीच शक्य असते. तथापि उद्योगाच्या जागेची निवड करताना " उपलब्धी " चा अर्थ केवळ अस्तित्व व निष्पत्तीच नसून त्यात विश्वसनीयताही असते. एखाद्या औद्योगिक संयंत्राला लागणारा पाणीपुरवठा जर विश्वसनीय नसेल तर तो प्रत्यक्षात निरुपयोगीच असतो. जेव्हां अपशिष्ट–निस्तारणाचा विचार केला जातो तेव्हाही हें विशेषण सारखेच लागू होते, कारण

कांही उपचार पुरे करण्यास कांही तरी तनुकरण अवश्य असते. बार्लोला असा विश्वास आहे कीं जरी पाणी पुरवठ्याचा विकास करण्याकरता भांडवल आणि परिचालनाकरता पैशाची बरीच गुंतवणूक करावी लागली तरी प्रत्यक्षात पाणी स्वस्तातच मिळते. खरे म्हणजे ते अतिशय स्वस्तात प्राप्त होते आणि या कारणामुळेच पाणी पुरवठ्याच्या संबंधात कधीकधी फारसा गंभीर पणे विचार केला जात नाही आणि जेव्हां पुरवठा कमी होतो तेव्हाच त्याचे महत्व उद्योगाला समजून येते. जागेची निवड करताना पाणी पुरवठा हा क्वचितच निर्णायक घटक असतो; तथापि ती एक महत्वाची विचारणीय बाब असते; कधी कधी पाण्याच्या उपलब्धतेच्या आधारावरच अधिक इष्ट जागा कोणाची आहे हे उद्योगाकडून ठरविले जाते. थोडक्यात बार्लोने असे म्हटले आहे कीं, जमिनीखाली व पृष्ठभागावर अशा दोन्ही ठिकाणी पाणी उपलब्ध असावे आणि ती जागा अशी निश्चित करावी की त्या क्षेत्रातील पाण्याचा इतर वापर करणारांवर पाण्याच्या औद्योगिक वापराचे परिणाम कमीत कमी होतील. पाण्याच्या उपलब्धतेच्या दृष्टिकोनातून जागेची निवड करताना उगमस्थानी निर्माण होणाऱ्या सर्व गुंतागुंतीचा विचार केला जावा आणि जलपुरवठ्याचे बारकाईने मूल्यमापन केले जावे आणि त्यावेळी अतिशय काळजीं घेतली तरी त्याकरता अनेक वेळा पैसा व वेळ बराच घालवावा लागतो. पण योग्य निवड करण्यामुळे होणाऱ्या लाभाने जिच्यावर निवड आधारलेली असते ती माहिती अगोदर मिळविण्यासाठी येणाऱ्या खर्चाची भरपाई होते.

टोलचे (१३) असे मत आहे कीं, दक्षिणेकडे मजुरांच्या पुरवठ्यानंतर पाणी हेच सर्वात महत्वाचे साधन आहे; तरीही इतर ठिकाणाप्रमाणेच दक्षिणेत चांगल्या प्रकारची स्थाने मर्यादित आहेत याबद्दल शंका नाही. कोणत्याही उद्योगात जर पाण्याचा वापर मोठ्या प्रमाणात होत असेल तर नाल्याच्या प्रदूषणाच्या बाबतीतील आपली जबाबदारी ओळखत नाही असा कोणताही उद्योग टोलला माहित नाही. ज्या कार्यवाहीमुळे उद्योगाला प्रदेशातील एखाद्या विशिष्ट क्षेत्राबाहेर जावे लागणार नाही किंवा पाण्याच्या अन्य उपयोगात अवाजवी अडथळा होईल इतक्या प्रमाणात आपल्या नालेनद्यांचे प्रदूषण होणार नाही आणि उद्योगाला वापरता येतील अशा पाण्याच्या जागा कमी होणार नाहीत अशा कार्यवाहीच्या एका कार्यक्रमाची त्याने शिफारस केली.

त्याला असे दिसून आले कीं, कॅरोलायनात उभारावयाची ड्यूपॉट कंपनीची शेवटची दोन संयंत्रे भूजलाचा वापर करतात. तथापि, दोन्हीही संयंत्रे मोठ्या नद्यांच्या बाजूने बसविली आहेत. त्यांच्या बाबतीत ड्यूपाँटच्या अभियंत्यांना त्या नद्या खात्रीचा आसरा म्हणून हव्या होत्या; परंतु ड्यूपॉटला भूजल निश्चितच अधिमान्य होते. कारण नैसर्गिकरीत्या त्यात जरूर ते सर्व अगर बरे

चले निस्यंदन होत होते, आणि त्याचवेळी त्याच्या तपमानावरही कांही विशिष्ट प्रमाणात नियंत्रण ठेवता येत होते.

गौडीने (३) एक मुद्दा पुढे आणला आहे ज्यावर प्रस्तुत लेखकाने भर देण्याचा प्रयत्न केला आहे: तो असा की जागेच्या निवडीत बऱ्याच वेळा कंपनी प्राथमिक टप्प्याची कार्यवाही करते आणि नवीन संयंत्राचे स्थान एकाद्या विशिष्ट जागी निश्चित करण्याचा त्यावेळी कंपनी निर्णय घेते. ज्यावेळी आपणास हवे असणारे पाणी समाधानकारक दर्जाचे नाही असे औद्योगिक अभियंत्याना प्रथम माहित होते, अथवा असे की भूजल प्रदूषित केल्याशिवाय त्यांना द्रवीय अपशिष्टांचे निस्तारण करणे शक्य होत नाही; अगर असे की पाण्याच्या दराच्या सूचीवरून तयार केलेल्या पाण्यावरील खर्चाच्या तक्त्यावरून दर १००० डॉलर मूल्यांकनाकरिता ५० सेंट ज्यादा जिल्हा कर द्यावा लागतो ही गोष्ट स्पष्ट झालेली नसते; किंवा असे की भारी खर्च केल्याशिवाय पुरापासून योग्य ते संरक्षण प्राप्त करता येणार नाही. जाग येण्याच्या या शिथिलतेचे कारण, अशा समस्येशी संबंध असलेल्या वेगवेगळ्या खात्याकडून आलेल्या अभियांत्रिकी माहितीचा योग्य समन्वय न केल्यामुळे सुरवातीलाच अशी माहिती प्राप्त केली नाही, हे असते.

लोकरी कपड्याच्या गिरण्यातील व लगदा आणि कागद गिरण्यातील शीतन प्रक्रिया आणि आग निवारण याकरता अमाप पाणी लागते. त्यामुळे अशा उद्योगांना कमी खर्चात पाणी मिळवणे अगत्याचे असते. म्हणून १९४७ साली गौडीने (३) असे सुचविले कीं, जेव्हा निवडलेल्या जागेवर पाणी महाग असते तेव्हा फार पाणी लागणाऱ्या संयंत्राच्या करता पुनःप्रापण केलेल्या अपशिष्टाच्या पाण्याचा वापर करण्यासंबंधी विचार करावा. त्याने वाहितमलनिःस्त्रावाचा औद्योगिक कारणासाठी पुनरुपयोग करण्यात येत असल्याची अनेक उदाहरणे दाखविली आहेत: बाल्टीमोर येथील बेथ्ले हेम स्टील कंपनी उपचारित नागरी वाहितमलाचा शीतन जलासाठी उपयोग करते; तसेच टेक्सासमधील कॉपर्स ख्रिस्तीची वान्स्डॉला ऑईल कंपनी आणि अनेक इतर कंपन्याही असा उपयोग करतात. अशा उदाहरणावरून ही गोष्ट नजरेस येते की- जेव्हा पाण्यावरील मूळ खर्च अतिशय जास्त असतो अथवा पाण्याची टंचाई असते तेव्हा पुनःप्रापण केवळ व्यवहार्यच असते असे नव्हे तर ते काटकसरीचेही होते.

ज्या जलाशयाच्या खालच्या पातळीवरील निर्गम द्वारातून प्रस्त्रावित होणाऱ्या पाण्यातील विलीन ऑक्सिजन किरकोळ पातळीवर असतो अशा मोठाल्या जलाशयांच्या खालच्या बाजूच्या जागा विशेषेकरून त्रासदायक असतात असा सॅफोर्ड (८) ने उल्लेख केला आहे. त्याचे असेही म्हणणे आहे की, आग्नेय भागात वापरण्यासाठी उपलब्ध असलेल्या प्रवाहाच्या राशीस बाधा आणणारा वाढत्या महत्वाचा घटक, सिंचाईच्या प्रथेतील वाढ, हा आहे. त्याने आणखी असे

म्हटले आहे कीं, संग्राही नाल्याच्या दोन्ही बाजूच्या जमिनीची मालकी स्वतःकडे असणें फाय-द्याचे असते: एकतर भिन्न मालकीत उद्भवणाऱ्या मागण्यांना त्यामुळे प्रतिबंध होतो आणि दुसरे समोरच्या किनाऱ्यावर नाल्यामधून विसारक नळ (diffuser) बसविणे शक्य होते आणि त्यामुळे अपशिष्ट-जलांच्या विसर्जनात (dispersion) वाढ होते.

२०-६. अणुशक्तीच्या संयंत्राच्याकरता जागेची निवड-

अणुशक्तीच्या संयंत्राकरता जागेची निवड करण्याच्या एका अनन्य पण समकालीन सम-स्येला गॉर्मनला (२) तोंड द्यावे लागले. त्याने असे म्हटले आहे की, (१) महाग संरचन आणि सुविधांची आखणी, व अभिकल्पना, (२) भविष्यकालीन विस्ताराची तऱ्हा (३) दैनंदिन परिचालन आणि (४) संयंत्राजवळच्या आगाऊ ज्ञान न होणाऱ्या घटनांतील, कामगार आणि (इतर) लोक व मालमत्तेची सुरक्षा, यावर (संयंत्राच्या) जागेचा परिणाम फार खोलपर्यंत होत असल्यामुळे व्यवस्थापकाकडून घेण्यात येणाऱ्या निर्णयापैकी संयंत्राच्या जागेच्या बाबतीतील निर्णय अत्यंत महत्वाचा असतो. कंपनीचे धोरण वीजपुरवठा, आणि जनसंपर्क हे यातील मह-त्वाचे घटक असतात. म्हणून या नवींन आणि जलद विस्तार पावणाऱ्या उद्योगात इतरांच्यापेक्षा कदाचित अधिक प्रमाणात जागेच्या बाबतच्या निर्णयात निःस्त्रावित होणाऱ्या अगर तशी शक्यता असणाऱ्या अपशिष्टांच्या वैशिष्टय व दर्जावर लक्ष द्यावे लागते. अणुभट्टयांच्या (nuclear react ors) आणि रासायनिक प्रक्रिया संयंत्राच्या बाबतीत, जेथे निष्पादनातील किरणोत्सर्गाची (radioactivity) पातळी उच्च असते तेथे, हे विशेष महत्वाचे असते. कांही फरकाने इंधन प्रक्रिया संयंत्रे व संरचन संयंत्रे, संशोधन प्रयोगशाळा, आणि जेथे किरणोत्सर्गी कमी पातळीवर असलेली द्रव्ये वापरली जातात अशा अन्य जागीही या गोष्टीकडे लक्ष वेधावे लागते.

गॉर्मन असे म्हणतो कीं, दुसऱ्या जागतिक युद्धात अंशतः सुरक्षेकरता तसेच जागेवर मिळ-णाऱ्या शक्ति व पाण्याच्या उपलब्धीकरता अणुशक्ति संयंत्रासाठी सरकारने एकाकी (isolated) जागा निवडल्या. जागेवरील कामगारांच्या सुरक्षेची पातळी चांगली होती आणि पर्यावरणीय धोक्याला लोकांना तोंड द्यावे लागले नाही. तथापि, ही शक्तिसंयंत्रे लवकरच अप्रचलित (obsolescent) झाली आहेत, कारण तांत्रिक प्रगति झपाटयाने होऊ लागली आहे.

अणवीय शक्तीचा उपयोग शांतताकार्यासाठी करण्याकरता जे लोक कंपन्या स्थापन करीत आहेत व वीजपुरवठा करीत आहेत त्यांना आपले उत्पादन व सेवा व्यापाराच्या दृष्टीने मह-त्वाच्या वाटतील --- म्हणजेच योग्य प्रमाणात लोकवस्ती जवळ असेल ---- अशा जागी चालू करणे इष्ट वाटते असे दिसून येते. ही (निवड) युद्धकालातील अणुशक्ति संयंत्राच्या बाब-

तीत सरकारने निवडलेल्या जागांच्या अगदी विरूद्ध आहे. अणुशक्तिचा वापर करणाऱ्या संयंत्रा-मुळे जवळच्या वसाहतीतील लोकांना त्या क्षेत्रात (खऱ्या अथवा काल्पनिक) धोक्यांना तोंड द्यावे लागण्याच्या शक्यतेचा विचार करणे ही अशा विचारसरणीतील पहिली बाब असेल. अशा परि-स्थितीत जनसंपर्कात नाजुक समस्या निर्माण होते. आपल्या क्षेत्रात नव्याने सुरू होणाऱ्या उद्योग धंद्यांचे सार्वजनिक अधिकाऱ्यांकडून सामान्यतः स्वागत होत असले तरी " धोकादायक " संयं-त्राच्या बाबतीत जेव्हां लोकांच्या स्वास्थ्य व सुरक्षा आणि सामाजिक पर्यावणीय परिसंपत्ती (environmental assets) यांचा संबंध येतो तेव्हा ह्या नवीन उद्योगाचा भविष्यकालात कांय परिणाम होईल याबद्दल त्यांना काळजी वाटते. पेन्सिल्व्हानियातल्या शिपिंगपोर्ट येथे अणुभट्टी चालू केल्यानंतर अशी परिस्थिती उद्‌भवली. जरी या परिचालनामुळे पर्यावरणीय संदूषण घडून आल्याचे दिसले नाही तरीही धमाकेदार आणि दिशाभूल करणाऱ्या बातम्यांनी लोकांत घबराट निर्माण झाली. एकदाका लोकांत काळजीची भावना निर्माण झाली की जबाबदार लोकांना ती दूर करण्यासाठी बराच काळ घालवावा लागतो व प्रयत्न करावे लागतात.

संदर्भ :-

१ बार्लो, ए. सी., 'साइट सिलेक्शन,' औद्योगिक जलसंधारण परिषद, मिशिगान विश्व विद्यालयाची सार्वजनिक आरोग्य शाळा, शैक्षणिक अखंड माला क्रमांक ८३ (१९५९), पा. ४९–५६.

२ गॉर्मन, ए. ई., ' वेस्ट डिस्पोजल ॲज रिलेटेड टू साइट सिलेक्शन,' पुर्व मुद्रण ३ न्युक्लिअर इंजिनिअरिंग अँड सायन्स कॉंग्रेस, क्लीव्हलंड, ओहायओ, डिसेंबर १२–१६, १९५५.

३ गौडी, आर एफ., निबंध क्र. २३०६ वरील चर्चा, अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजिनिअर्स, कार्यवाही खंड ११२ (१९४७) पाने ५८९–५९२.

४ हॉयर, सी. ओ., 'इंडस्ट्रियल डेव्हलपमेंट इन दि साऊथ,' अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजनिअर्स, कार्यवाही निबंध क्र. २७४६, खंड १२० (१९५५), पा. ४११–४२१.

५ लेविस, एच. एम., अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजिनिअरांच्या कार्यवाही–तील क्र. २३०६ च्या निबंधावरील चर्चा, खंड ११२ (१९४७), पा. ५८७–५८८.

६ " मेजर इकॉनॉमिक फॅक्टर्स इन मेट्रॉपॉलिटन ग्रोथ अँड अरेंजमेंट, " न्यूयॉर्क आणि त्याच्या परिसरातील प्रादेशिक सर्वेक्षण, खंड १ (१९२७) पा.१९–३० आणि १०४–१०७.

७ न्यू हॉफ, ए. सी., " टेक्नीक ऑफ लॅंप्ट लोकेशन, " व्यापारी धोरणांचा अभ्यास क्र. २१, राष्ट्रीय औद्योगिक संमेलन मंडळ, न्यू यॉर्क, १९५३.

८ सॅफोर्ड, टी. एच., " इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट ॲज ए फॅक्टर इन दि लोकेशन ऑफ वेट प्रोसेस इंडस्ट्रीज, " सातव्या ओंटारिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, हार्बर, ओंटारिओ कॅनडा, जून १९३०.

९ " सुपर रोड्स ब्रिंग फर्म्स इन टु दि ॲरिया, " दि सायरॅक्यूज हेरॉल्ड जर्नल, सायरॅक्यूज, एन. वाय, नोव्हेंबर १९, १९६१.

१० यू. पी. आय लेख, तिथी रेखा (date line) वॉशिंग्टन, मियामी हॅरॉल्ड मियामी फ्लॉ., जूलै १५, १९६१.

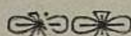
११ लेख, दि सायरॅक्यूज हॅरोल्ड जर्नल, सायरॅक्यूज, एन. वाय., ऑगस्ट २७, १९६०

१२ " स्मिथ–कॉरोना रिजेक्ट्स ऑफर ऑफ न्यू मेंट्रॉपॉलिटन प्लँट, " दि सायरॅक्यूज हॅरोल्ड जर्नल, सायरॅक्यूज, एन. वाय., मे ४, १९६०, पा. ४९

१३ टोल, एफ. सी., " इंडस्ट्रियल एक्स्पॅन्शन ॲंड वॉटर यूज, " दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, ड्यूक विश्वविद्यालय (मार्च ३१, १९५५) पा. २९–३२.

१४ वॉट्सन, के. एस, आणि इतर " सम फॅक्टर्स इन दि लोकेशन ऑफ ए न्यू केमिकल प्लॅंट; ए पॅनेल डिस्कशन, " स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, १०, १२४७ (ऑक्टोबर, १९५६).

१५ वुड, सी. पी., " फॅक्टर्स कंट्रोलिंग दि लोकेशन ऑफ व्हेरिअस टाइप्स ऑफ इंडस्ट्री, " अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजनिअर्स, कार्यवाही, प्रबंध क्र. २३०८, खंड ११२ (१९४७), पाने ५७७–५९४



विभाग IV

महत्वाची औद्योगिक अपशिष्टे

प्रस्तावना :–

औद्योगिक अपशिष्टांच्या विषयी प्रसिद्ध झालेल्या बहुतेक संदर्भाची जवळ जवळ संपूर्ण यादी वाचकांना पुरविणे हा या चौथ्या भागाचा उद्देश आहे. औद्योगिक अपशिष्टांच्या महत्वाच्या प्रकारांवर करण्याच्या उपचारांचे मूळ स्वरूप आणि पद्धती यांचे त्यात विवरण केले आहे. तथापि, प्रत्येक अपशिष्टाचा तपशील अगर त्याच्या उपचारणाच्या पद्धतीची वाचकाला माहिती पुरविणे हा या विभागाचा उद्देश नाही, तर विद्यमान माहिती संक्षिप्तपणे देणे आणि त्यावरील वाङमयाची संपूर्ण संदर्भसूचि देणे हा आहे. अपशिष्ट-उपचारणाच्या समस्यांकरता तपशील लक्षात ठेवण्याची क्षमता असण्याची आवश्यकता नसून व्यावहारिक अपशिष्ट-उपचारण समस्यांना शास्त्रीय तत्वे लागू करून त्यावर निर्णय घेण्याची क्षमता असण्याची जरूरी असते यावर लेखकाचा विश्वास आहे. वाचकाला लागणाऱ्या तपशीलवार मांहितीकरता (त्यावरील) वाङमयाचा शोध करावा लागला तरी एकदा का या पुस्तकातील माहिती त्याने आत्मसात केली की तो तिचा उपयोग करु शकेल.

बहुतेक द्रव–अपशिष्टे, त्यांची उत्पत्ति स्थाने, गुणधर्म, आणि या पुस्तकातील मागील सहा प्रकरणात विवरण केलेल्या उपचारांच्या चालू पद्धतींचा थोडक्यात सारांश वाचकासाठी पुढील कोष्टकात दिला आहे. संदर्भ जलद मिळावा म्हणून त्याचा उपयोग होईल पण विशिष्ट उद्योगा करता तो कोणच्याही प्रकारे परिपूर्ण असेल असे मानू नये.

ढोबळ मानाने अपशिष्टांचे–अन्न आणि औषधे, वस्त्रप्रावरणे, रसायने, द्रव्ये, आणि उर्जा-1 अशा पांच महत्वाच्या वर्गात लेखकाने विभाजन केले आहे आणि त्या वर्गांपैकी प्रत्येकाकरत एकेक प्रकरण खर्ची घातले आहे याला अपवाद फक्त उर्जा उद्योग हा असून त्याला दोन प्रकरण द्यावी लागली. बाष्प शक्तीवर चालणारे संयंत्र आणि कोळसा प्रक्रिया यांच्यासारख्या ऊर्जा उद्योगातून निर्माण होणारे अपशिष्ट हा एक प्रकार आहे आणि अणुशक्ति–संयंत्रातून निर्माण होणारी अपशिष्टे हा अगदी भिन्न प्रकार असल्याने तो विषय या प्रकारे हाताळण्यात आल आहे. नाभिकीय (nuclear) अपशिष्टात अशा वैशिष्ठ्यपूर्ण समस्या निर्माण होतात कीं, केवळ त्यांच्याकरता एक स्वतंत्र प्रकरण राखून ठेवावे असे लेखकाला वाटते.

औद्योगिक अपशिष्टांचा सारांशः त्याचे उत्पत्तिस्थान, गुणधर्म आणि उपचारण

अपशिष्टे निर्माण करणारे उद्योग	महत्वाच्या अपशिष्टांचे उत्पतिस्थान	महत्वाचे गुणधर्म	महत्वाचे उपचार व निस्तारण पद्धती
अन्न व औषधे डब्यात बंद केलेले पदार्थ	फळे व भाज्या निवडणे, चिरणे रस काढणे आणि विवर्ण (bleach) करणे.	उच्च प्रमाणात तरंगती द्रव्ये, कलील आणि विलीन सेंद्रिय द्रव्ये	चाळणे, खांजणीकरण, मृदाशोषण, अथवा फवारणी सिंचाई
दुग्धव्यवसायातील पदार्थ	पूर्ण दूधाचे-तनुकरण, साय काढलेले दूध, ताक, आणि पनीर जल (whev)	प्रथिनें, चरबी व लॅक्टोज ही प्रमुख विलीन द्रव्ये उच्चप्रमाणात असतात.	जैवी उपचारण, वातन, ठिबकणारे निस्यंदन, उत्प्रेरित अवमल
आसवनित आणि विशुद्ध पेये.	धान्याचे आमज्जन (steeping) व संद्राबन, अल्कोहोलच्या आसवनातील अवशेष, दारूभट्टीतील बाष्पनातील सघनक (condensate)	नायट्रोजन आणि आंबलेली स्टार्च, अथवा त्यापासून तयार केलेले पदार्थ असणारे उच्च प्रमाणातील विलीन सेंद्रिय घन पदार्थ.	पुन:प्रापण, अपकेंद्रीकरण आणि बाष्पीभवनाने केलेले संकेंद्रण, ठिबकणारे निस्यंदन, पोषकात वापर.
मांस व कुक्कुट पालन उद्योग	गुदामे. गुरांची कत्तल करणे, हाडे व चरबी, जुडाई (rendering), सघनित अवशेष, वंगण व धावन जल, कोंबड्याच्या पिलांचे पिकिंग (picking)	विलीन व तरंगते सेंद्रिय द्रव्य उच्चप्रमाणात असलेली रक्त आणि अन्य प्रथिने, व चरबी	चाळण, अवस्थापन, आणि अथवा तरंगण, ठिबकणारे निस्यंदन

बीट शर्करा	स्थानांतरण, चाळण व रसकारी जले, चुना अवमूल्यापासूनची निःसारणे, बाष्पकानंतरची संघनके, निष्कर्षित शर्करा	उच्च प्रमाणातील शर्करा आणि प्रथिनयुक्त विलीन आणि तरं- गते सेंद्रिय द्रव्य	अपशिष्टाचा पुनरुपयोग, किला- टन आणि खांजणीकरण
भेषजीय पदार्थ (pharm- aceutical products)	मायसेलियम, अपयुक्त छनित (filtrate) आणि धावन जल	उच्च प्रमाणातील व्हिटॅमिनयुक्त तरंगते आणि विलिन सेंद्रिय द्रव्य	बाष्पीभवन, आणि शुष्कन संभरक
यीस्ट	यीस्टच्या निस्यंदनातील अवशेष	उच्च प्रमाणातील (प्रामुख्याने सेंद्रिय) घन पदार्थ आणि BOD	निर्वात पाचन, ठिबकणारे निस्यंदन
लोणची	चुना जल, लवण जल, तुरटी आणि हळद, साखरपाक व काक- डीचे तुकडे आणि बिया	चर pH, उच्च प्रमाणातील तरगणारे घनपदार्थ, रंग आणि सेंद्रिय द्रव्य	चांगली देखभाल, चाळण आणि समानीकरण.
कॉफी	कॉफीच्या बियांचा लगदा करणे व आंबवणे	उच्च BOD आणि तरंगते घनपदार्थ	चाळण, अवस्थापन, व ठिबक- णारे निस्यंदन
मासे	अपकेंद्रियातून टाकून दिलेले संदाबित मासे, बाष्पक आणि अन्य धावन जल अपशिष्टें	अत्युच्च BOD, एकूण सेंद्रिय घनपदार्थ, व गंध	एकूण अपशिष्टाचे बाष्पीभवन, शेष भाग नावेतून समुद्रात सोडून देणे.
तांदूळ	तांदूळ मुरवणे, शिजवणे व धुणे	उच्च प्रमाणात BOD, एकूण व तरंगते (मुख्यतः स्टार्च) घनपदार्थ	चुना किलाटन, पाचन

औद्योगिक अपशिष्टांचा सारांशः त्याचे उत्पत्तिस्थान, गुणधर्म आणि उपचारण

अपशिष्टे निर्माण करणारे उद्योग	महत्वाच्या अपशिष्टांचे उत्पतिस्थान	महत्वाचे गुणधर्म	महत्वाचे उपचार व निस्तारण पद्धती
सौम्य पेये	बाटल्या धुणे, फरशी व उपकरणे स्वच्छ करणे, साखरपाक साठवण्याच्या टाकीची गटारे	उच्च pH, तरंगते घनपदार्थ आणि BOD	चाळणे, शिवाय नागरी मलवाहिनीत प्रस्त्राव
वस्त्र प्रावरणे कापड	तंतूचे पाचन, धाग्याचे विपांजणीकरण (desizing)	उच्च प्रमाणात क्षारीय, रंगित, उच्च BOD व तपमान, उच्च प्रमाणात तरंगते घनपदार्थ	उदासीनीकरण, रासायनिक अवक्षेपण, जैवी उपचारण, वातन, आणि/अथवा ठिबकणारे निस्यंदन
चामड्याचे पदार्थ	केस काढून टाकणे, मुरवण, चामड्यातून चुना काढून टाकणे आणि चामड्याचे बेटिंग	एकूण उच्च घनपदार्थ, काठिण्य लवण, सल्फाइडे, क्रोमियम, pH अवक्षेपित चुना, व BOD	समानीकरण, अवस्थापन, व जैवी उपचारण
धोबी काम	कपडा धुणे	उच्च गढूळपणा, क्षारता, आणि सेंद्रिय घनपदार्थ	चाळणे रासायनिक अवक्षेपण, तरंगण आणि अधिशोषण (adsorption)
रसायने अम्ले	तनुकृत धावन जले, अनेक वेगवेगळी पातळ अम्ले	मंद pH, अल्प सेंद्रिय अंश	ऊर्ध्वप्रवाही अगर सरळ उदासीनीकरण, जेव्हा कांही सेंद्रिय द्रव्य असते तेव्हा ज्वलन.

प्रक्षालक (detergents)	साबण आणि प्रक्षालक धावन व शुद्धीकरण	उच्च BOD, आणि पायसीकृत साबण	तरंगण आणि साका काढून टाकणे, $CaCl_2$ सह अवक्षेपण
कॉर्नस्टार्च	बाष्पकातील संघनक, अंतिम धावनीतील साखरपाक बाटल्या भरण्याच्या क्रियेतील अपशिष्टे	उच्च BOD, आणि विलीन सेंद्रिय द्रव्य; मुख्यत: स्टार्च आणि तत्संबंधी द्रव्य	समानीकरण, जैवी निस्यंदन
स्फोटक द्रव्ये	TNT आणि गनकॉटनच्या शुद्धीकरणाकरता धावन, गोळ्यांचे (cartridges) धावन व अम्ल मार्जन (prekling)	TNT, रंगित अम्ल, गंधयुक्त व पुडीपासूनची अल्कोहोल आणि सेंद्रिय अम्ले त्यात असतात, तसेच कापूस, धातू, अम्ल, तेले, आणि साबण असतो.	तरंगण, रासायनिक अवक्षेपण, जैवी उपचारण, वातन, TNT चे क्लोरिनीकरण, उदासीन'–करण
जंतूनाशके	२, ४ D आणि DDT सारखे धुण्याचे व शुद्धीकरणाचे पदार्थ	उच्च सेंद्रिय द्रव्य, बेन्झेन-बांगडी सारखी रचना, जीवाणू व मत्स्यांना विषाक्त, अम्ल	तनुकरण, साठवण, उत्प्रेरित कार्बन अधिशोषण, क्षारीय क्लोरिनीकरण
फॉस्फेटे व फॉस्फोरस	धावन, चाळण, तरंगते दगड, फॉस्फेट लघुकरण संयंत्रातील संघनक नि:स्त्राव (bleed-off)	चिकणमाती, अवपंक (slime) व टॉल तेले, मंद pH, उच्च तरंगते घनपदार्थ, फॉस्फोरस, सिलिका आणि फ्लोराइडे	खांजणीकरण, यांत्रिकी निर्मली–करण, परिष्कारित अपशिष्टाचे किलाटन व अवस्थापन
फॉर्मल्डिहाइड	संश्लेषित रेझीनच्या उत्पादनातील व रंगवलेल्या संश्लेषित तंतूंतील अवशेष	सामान्यपणे उच्च BOD व HCHO असतो, उच्च संकेंद्रण झालेल्या जीवाणूंना विषाक्त	ठिबकणारे निस्यंदन, उत्प्रेरित कोळशावरील अधिशोषण

औद्योगिक अपशिष्टांचा सारांश: त्याचे उत्पत्तिस्थान, गुणधर्म आणि उपचारण

अपशिष्टे निर्माण करणारे उद्योग	महत्वाच्या अपशिष्टांचे उत्पतिस्थान	महत्वाचे गुणधर्म	महत्वाचे उपचार व निस्तारण पद्धती
द्रव्ये लगदा आणि कागद	तंतू शिजविणे, शुद्ध करणे, धुणे, कागदी लगदा गाळणे.	उच्च अगर मंद pH, रंगीत, उच्च तरंगणारे कलील व विलीन घनपदार्थ; अकार्बनिक पूरक (fillers)	अवस्थापन, खांजणीकरण, जैवी उपचारण, वातन; उपपदार्थांचे पुन:प्रापण
फोटोग्राफीचे पदार्थ	व्यक्तकारी (developers) व स्थापकांची (fixers) अपयुक्त द्रावणे	क्षारीय, विभिन्न सेंद्रिय व अकार्बनिक लघुकारक द्रव्ये असणारे	चांदीचे पुन:प्रापण, शिवाय नागरी मलवाहिन्यांत अपशिष्टांचा प्रस्राव
पोलाद	कोळशाचे कोकिंग, वातन भट्टीतील दग्ध वायूचे धावन, आणि पोलादाचे अम्लमार्जन	मंद pH, अम्ले, सायनोजेन, फेनॉल, कच्ची धातू, कोक, चुना दगड, क्षार, तेल, मिलस्केल, व सूक्ष्म तरंगते घनपदार्थ	उदासीनीकरण, पुन:प्रापण, व पुनरुपयोग, रासायनिक किलाटन
धातूचे गिलिट केलेला पदार्थ	ऑक्साइडचे, अपलेपन (stripping), धातु स्वच्छ करणे व त्यावर गिलिट करणे	अम्ल, धातु, विषाक्त, अल्पराशि, प्रामुख्याने खनिज पदार्थ	सायनाइडचे क्षारीय क्लोरिनीकरण, क्रोमियमचे लघुकरण आणि अवक्षेपण व अन्य धातूचे चुना-अवक्षेपण
फौंड्रीतील लोखंडी पदार्थ	द्रवीय प्रस्राव करून वापरलेली वाळू काढून टाकणे	उच्च तरंगते घनपदार्थ प्रामुख्याने वाळू: काहीशी चिकणमाती आणि कोळसा	पुन: प्रापणित वाळूचे निवडक चाळण व शुष्कन

तेल	वेधन चिखल, लवणे, तेल आणि काही थोडा नैसर्गिक वायु, अम्लीय अवमल आणि शुद्धीकरणातील संकीर्ण तेले	क्षेत्रीय उच्च विलीन लवणे, उच्च BOD, गंध, फेनॉल आणि शुद्धीकरण कारखान्यातील सल्फर संयुगे	विशाखन (diverssion), पुन: प्रापण, लवणाचे इंजेक्शन, क्षारीय अवमलांचे अम्लीकरण, आणि ज्वलन
रबर	लॅटेक्स धावन, किलाटनित रबर, अशुद्ध रबरातील नि:स्त्रावित अपद्रव्ये	उच्च BOD आणि गंध, उच्च तरंगते घनपदार्थ, चर pH, उच्च क्लोराइडे	वातन, क्लोरिनीकरण, पायसीकरण, जैवी उपचारण
कांच	कांच घासणे व स्वच्छ करणे	तांबडा रंग, क्षारीय, अनावस्थापनीय तरंगते घनपदार्थ	कॅल्शियम क्लोराइड अवक्षेपण
(नाविक) सागरी सामान	खुंट धुणे, पात द्रावण (drop solutions). विलायकाची पुन: प्राप्ति, आणि तैल पुन:प्रापण जल	अम्ल, उच्च BOD	उपपदार्थाचे पुन:प्रापण, समानीकरण, पुनराभिसरण, व पुनरुपयोग, ठिबकणारे निस्यंदन
ऊर्जा बाष्पशक्ति	शीतन जल, बॉयलरचा ब्लोडाऊन, कोळशाचे नि:सारण	गरम, उच्च राशि, उच्च अकार्बनिक आणि विलीन घनपदार्थ	वातन–शीतन, रक्षासचय, अतिरिक्त अम्लीय अपशिष्टांचे उदासीनीकरण
कोळशावरील प्रक्रिया	कोळशाची स्वच्छता व वर्गीकरण, पाण्याने सल्फरच्या थरांचे अपक्षालन (leaching)	उच्च प्रमाणातील तरंगते घनपदार्थ मुख्यत: कोळसा; मंद pH, उच्च H_2So_4 आणि $FeSo_4$	अवस्थापन, फेनतरंगण, नि:सारण नियंत्रण, व खाणीची मोहोरबंधी
नाभिकीय शक्ति आणि किरणोत्सर्गी द्रव्ये	अशुद्ध धातूवरील प्रक्रिया, संदूषित कपडे धुणे, संशोधन-प्रयोगशाळेतील अपशिष्टे, इंधन-प्रक्रिया शक्ति संयंत्रातील शीतन जले	किरणोत्सर्गी तत्वे, ती अति अम्लीय आणि " तप्त " असू शकतात.	संकेंद्रण व सामावन (containing) अथवा तनुकरण व अविलयन (dispersion)

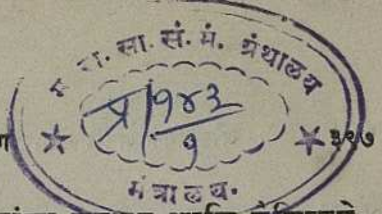
: २१ :

परिधान (apparel) उद्योग

परिधान उद्योगाचे खालील तीन वर्गांत पोटविभाग पाडता येतील: वस्त्र निर्मिति, कातडी सामान, आणि धोबीकाम. ह्या प्रत्येकाचा वस्त्रप्रावरणाशी संबंध येतो, जसे शर्ट, सूट, बूट, कामावरचे कपडे इत्यादि.

वस्त्रनिर्मितितील अपशिष्टे

कापड गिरण्यांच्या परिचालनात, विणकाम, रंग काम, छपाई, यांचा संबंध येतो व त्या प्रत्येकातून विशेष प्रकारचे अपशिष्ट निर्माण होते ह्या प्रक्रियांच्यापैकी काहीत तंतूंचे पांजणीकरण, कियरिंग (चढत्या तपमानातील क्षारीय पाक क्रिया), विणलेल्या कापडाचे विपांजणीकरण, विरंजन, मर्सरीकरण, रंगविणे, आणि छपाई यांचा अंतर्भाव होतो. कापड गिरणीतील अपशिष्टे सामान्यत: रंगयुक्त असतात; ती उच्च प्रमाणात क्षारीय असतात, त्यात BOD उच्च असलेले तरंगते घनपदार्थ असतात व ती गरम असतात. संश्लेषी तंतुनिर्मितीतील अपशिष्टे रासायनिक निर्मितीतील अपशिष्टांसारखी दिसतात, आणि तंतुनिर्मितीत वापरलेल्या रासायनिक क्रियापद्धतीवर त्यावरील उपचारण अवलंबून असते, ह्या अपशिष्टांच्या उपचारणात समानीकरण व साठवण हे प्राथमिक टप्पे असतात. कारण त्यांची बनावट बदलती असते. रासायनिक अवक्षेपण, ठिबकणारे निस्यंदन आणि अगदी अलिकडील जैवी उपचारण व वातन या अतिरिक्त पद्धती आहेत फार पूर्वीपासून जास्तीत जास्त पाण्याचा वापर करण्यात येणाऱ्या व प्रदूषणकारी उद्योगापैकी वस्त्रनिर्मिती हा एक उद्योग आहे आणि कमीं खर्चाच्या उपचारण पद्धतींचा विकास करण्यात फारच थोडें यश प्राप्त झाले आहे. नाल्यात सोडण्यात येणारे प्रदूषक भार कमी करण्यासाठी त्यांची ह्या उपयोगात अतिशय जरूरीं आहे.



२१-१. वस्त्रनिर्मितीतील अपशिष्टांचा उद्भव आणि वैशिष्टये-

वस्त्रनिर्मितीतील अपशिष्टांच्यावरील (७१) अलिकडील अधिकृत प्रकाशनाप्रमाणे, प्रदूषणकारी संयुगांचे उत्पत्तिस्थान, तंतूतून काढून घेतलेली स्वाभाविक अशुद्धता, आणि कापडातून काढून टाकलेली व अपशिष्ट म्हणून प्रस्त्रावित केलेलीं प्रक्रिया रसायने, हे असते. अपशिष्टे निर्माण करणाऱ्या वेगवेगळया प्रक्रिया ज्या विशिष्ट द्रव्याप्रमाणे बदलतात अशा द्रव्यांचे काम-

कोष्टक २१-१

भिन्नाभिन्न वस्त्रनिर्मिति प्रक्रियांतून निर्माण झालेले प्रदूषक भार (गॅसेली व बर्फोर्ड यांच्या प्रमाणे (७०))

खाते	प्रक्रिया	BOD पौंड/ * १००० पौंड कापड	एकूणाची टक्केवारी
विपांजणीकरण		५३	३५
कटाव (Scouring)	दाब कियर, प्रथम कटाव	५३	१६
	दाब कियर, द्वितीय कटाव	८	१
	अखंड कटाव	४२	१५
	उप बेरीज (कटावीकरण)		३२
रंग काम		०.५-३२	१५-३०
छपाई	रंग खात्यातील अपशिष्टे	१२	७
	छपाईनंतर साबणाने धुणे	१७-३०	१७-३०
	छपाईनंतर प्रक्षालकाने धुणे	७	७
	उप बेरीज (छपाई)		१५-३५
विरंजन	हायपोक्लोराइट विरंजन	८	३
	पेरॉक्साइड विरंजन	३	१
मर्सरीकरण		६	१
एकूण		१२५-२५०	

* प्रक्रिया केलेल्या दर १००० पौंड कापसाच्या अपशिष्टातून अंदाजे ८०० ते १००० पौंड अपद्रव्ये प्रस्त्रावित होतात.

चलाऊ ज्ञान औद्योगिक अपशिष्ट अभियंत्याला असणे आवश्यक असते. महत्वाच्या द्रव्यांचे तीन गटात उपविभाजन करता येते: कापूस, लोकर, आणि संश्लीष्ट तंतू.

कापूस –

सफाई गिरणीत पाठविण्यापूर्वी कच्चा कापूस पिंजून, वळून, गुंड्या करून, समावलन (warping) करून, पांजण करून, (स्टार्च लावून) ताणून, आणि विणून अगर गुंफून त्याचे कापड तयार केले जाते. परिचालनाच्या ह्या क्रमात जलीय प्रदूषणाचा उद्भव होत नाही, कारण स्लॅशिंगच्या व्यतिरिक्त सर्व प्रक्रिया यांत्रिकी असतात. स्लॅशिंगमध्ये तणावशक्ति येण्या–करता आणि नंतर विणकाम करतांना अवश्य असणाऱ्या सफाईकरता समावलनी धाग्याचे खळ वापरून पांजणीकरण करण्यात येते. पांजणीसाठी वापरण्यात येणारी खळ सेल्यूलोजपासून तयार केलेली असते. खळ लावलेले कापड, ज्याला " ग्रे कापड " असे म्हणतात, त्यात ८ ते १५ प्रतिशत् स्लॅशिंग संयुगे असतात व तो अंतिम परिचालनात काढून टाकावी लागतात. नंतरची आद्र प्रक्रिया करता यावी म्हणून ग्रे कापडाचे विपांजणीकरण करण्यात येते. स्वाभाविक अपद्रव्ये काढून टाकण्यासाठी त्याचे कियरिंग करण्यात येते, शुभ्र दिसण्यासाठी ते विरंजित करण्यात येते, तंतूला चकाकी, ताकद आणि रंगाकर्षण यावे म्हणून मर्सरीकरण करण्यात येते, आणि शेवटी वापरण्यास अधिक बळकटी यावी आणि हाताला मऊ लागावे म्हणून त्याचे पुनः पूरण (filling) अगर पांजणीकरण करण्यात येते. शिवाय ॲल्युमिनम असेटेट अगर फॉर्मेट आणि जिलेटिन व

कोष्टक २१–२

रंगविण्याच्या प्रक्रियेत निर्माण होणारा BOD (गॅसेली व बर्फोर्ड प्रमाणे (७०))

प्रक्रिया	BOD पौंड/ १००० पौंड कापड
वॅट रंग, अखंड	१८
वॅट रंग, जिग	३२
नॅप्थॉल, जिग	१४
प्रत्यक्ष, जिग	०.५
सल्फर, जिग	३१

विस्तारित मेणाचे मिश्रण लावून काही माल जलरोधक करण्यात येतो. ह्या प्रक्रियांपैकी प्रत्ये-कीत अनेक टप्पे असतात आणि गिरणीच्या विभिन्न विभागातील निरनिराळ्या यंत्रांवर एकाच वेळी त्या करण्यात येतात.

मासेली आणि बर्फोर्ड (७०) यांना असे दिसून आले कीं, कापसाच्या सफाईतून निर्माण झालेली बहुतेक अपशिष्टे आणि त्यांची आपापली BOD भारणे कोष्टक २१–१ आणि २१–२ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे असतात. ब्राऊन (१३) च्या निष्कर्षावरून असे दिसते कीं, निर्माण झालेल्या अपशिष्टांच्या एकूण राशीपैकी सुमारे १६ प्रतिशत् स्टार्च अपशिष्ट असते, ५३ प्रति-शत् BOD असतो. ३६ प्रतिशत् एकूण घनपदार्थ, आणि ६ प्रतिशत् क्षारता असते. एकूण राशीपैकी दाहक अपशिष्ट सुमारे १९ टक्के, BOD ३७ टक्के, एकूण घनपदार्थ ४३ टक्के, आणि एकूण क्षारता ६० टक्के असते. (धावन, विरंजन, रंगविणे, व अंतिम सफाई) यांच्या-सारख्या सर्व अन्य प्रक्रियांच्या अपशिष्टांचे सामान्य अपशिष्ट बनलेले असते, आणि ते एकूण राशींच्या ६५ टक्के असते. BOD १० टक्के, एकूण घनपदार्थ २१ टक्के, एकूण क्षारता ३४ टक्के असते.

लोकर –

कटाव (scouring) रंग, तेल, खारण (fulling) कार्बनीकरण, आणि धावन, या प्रक्रियाकरणापासून लोकरीच्या अपशिष्टाचा उद्‌भव होतो. लोकरीतील जवळ जवळ सर्व नैस-र्गिक आणि प्रापित अपद्रव्ये, गरम प्रक्षालकक्षारीय द्रावणांत कटाव करून, काढून टाकण्यात येतात. ह्या कटाव–अपशिष्टात उच्च प्रदूषणकारी अंश असल्याने काही लोकर सेंद्रिय विलेय-कांनी कटावित करण्यात येते. नंतर ते ग्रीजने भरलेले विलेयक आसव करून पुनः प्राप्त करण्यात येते आणि पुनः प्राप्य लोकरयुक्त ग्रीज मागे राहते. रंगविण्याच्या प्रक्रियेत गरम रंग द्रावण लोकरीतून पंपाने फिरविण्यात येते. किटलीत टांगलेल्या काढता घालता येणाऱ्या धातूच्या टोप-लीत ते पॅकबंद केलेले असते. तेलवण्यात पिंजणतेल सामान्यपणे मिसळलेले असते आणि लोक—रीवर फवारण्यात येते. सामान्यपणे ऑलिव्ह तेल अथवा लार्डतेल–खनिज तेल यांचे मिश्रण वापरण्यात येते व ते वजनाने लोकरीच्या १ ते ११ टक्यापर्यंत बदलत असते. तेलवण्याने तंतू मधील संसजन वाढते आणि कताईला मदत होते. परंतु हे सर्व तेल नंतर अंतिम सफाईच्यावेळी कपड्यातून काढून टाकावे लागते.

मागावर सैलसर विणलेल्या लोकरीचे संकुचन करून घट्ट, दाट विणीच्या कापडात रूपां-तर करण्याच्या प्रक्रियेस खारण (fulling) म्हणतात. बहुतेक संयंत्रावर सोडा ॲश मध्ये

कोष्टक २१–३

लोकर गिरणीतील अपशिष्टांतील प्रक्रिया रसायने आणि BOD ची सूचि (मॅसेली आणि बर्फोर्ड प्रमाणे) (७१) *

प्रक्रिया रसायने	रासायनिक बनावट व वापर	वापरलेल्या OWF ची टक्केवारी			निःस्त्रावणा तील संकेंद्रण ppm	BOD*	
		कटाव व पिंजण	सफाई	एकूण		% OWC	% OWF
१	२	३	४	५	६	७	८
साबण	चरबीयुक्त अम्ल, कटाव, खारण	२.१	५.५	७.६	१५२	१५५	११७
सोडा ॲश	Na_2Co_3, कटाव, खारण	१४.२	२.८	१७.०	३४०	०	०
क्वाड्रॅफॉस	$Na_6P_4O_3$ धावन	०.५	०	०.५	१०	०	०
देवदार तेल	देवदार तेल, धावन	०.५	०	०.५	१०	१०८	०.५
पॅरॅगॉन ५००	?	०.५	०	०.५	१०		
प्रॉक्सॉल T	खनिज तेल, अधिक अनायनिक पायसीकारक, पिंजण	०.५	०	०.५	१०	२०	०.१
ॲसेटिक अम्ल ८४%	CH_3COOH, रंगविणे		१.२	१.२	२४	६२	०.७
ऑलिव्ह सब C३	तेल, सूतकताई	०.४	०	०.४	८		
सल्फ्युरिक अम्ल	H_2So_4, कार्बनीकरण, रंगविणे	०	०.२	०.२	४	०	०
क्रोमस्थापक (mordant)	$Na_2Cr_2O_7$ + $(NH_4)_2SO_4$ रंगविणे	०	०.४	०.४	८	०	०
क्रोम	$Na_2Cr_3O_7$, रंगविणे	०	०.६	०.६	१२	०	०
ग्लॉबर लवण	Na_2SO_4 रंगविणे	०	०.४	०.४	८	०	०
मानोक्लोरो बेंझेन	C_6H_5Cl, रंगविणे	०	०.२	०.२	४	३	०

१	२	३	४	५	६	७	८
नॉप्को १६५६	विलेय चरबीयुक्त एस्टर, सूतकताई	०	०.२	०.२	४	१२	०
आयव्हरसॉल	साबणांचे मिश्रण; विलेयक, आणि प्रक्षालक; धावन	०	१.६	१.६	३२	६०	१.०
रिन्सॉल	प्रक्षालक; धावन	०	२.९	२९	५८	७२	२.१
सुपरटेक्स E	चरबीयुक्त अम्ल साबण, क्रेसिलिक अम्ल, धावन	०	०.२	०.२	४	२५	०.१
लोकर सफाइ B	उच्च प्रमाणात कार्बोहायड्रेटे आणि एन्झाइम; सफाइ,	०	२.३	२.३	४६	५७	१.३
	अतिरिक्त अपद्रव्ये, उपबेरीज	१८.७	१८.५	३७.२	७४८		१७.५
	नैसर्गिक अपद्रव्ये, ग्रीज, स्वेदावशेष (suint) घाण	१५०.०	०	१५०.०	३०००	१६.७	२५.०
	संपूर्ण बेरीज	१६८.७	१८.५	१८७.२	३७४८		४२.५

* प्रतिशत् OWC हा रसायनातील आपल्या वजनावर आधारित केलेला अंतर्हित BOD असतो; प्रतिशत् OWF हा लोकरीच्या वजनावर आधारलेला रसायनामुळे निर्माण झालेला BOD असतो.

कोष्टक २१–४

लोकरींच्या प्रक्रियांतील संभाव्य प्रदूषणाची तुलना
(मॅसेली आणि बर्फोर्ड प्रमाणे: (७१))

–	कटाव व सफाई गिरणी, BOD			सफाई गिरणी, BOD		
	% OWF*	% एकूण†	% ‡ लघुकरण	% OWF*	% एकूणाचे†	% § लघुकरण
१	२	३	४	५	६	७
पद्धत I						
साबणाने कटाव करा	२५.०	५५.४				
ॲसेटिक अम्लाने रंगसाठा करा	४.९	१०.९		४.९	२४.४	
१०० % BOD तेलाने पिंजण करा						
साबणाने खारवण करा	१५.०	३३.३		१५.०	७४.६	
साबणाने धावण करा						
कार्बनीकरण केल्यानंतर उदासीन करा	०.२	०.४		०.२	१.०	
एकूण –	४५.१			२०.१		
पद्धत II						
१२% BOD प्रक्षालकाने कटावण करा	२२.१	७४.६				
अमोनियम सल्फेटने रंगसाठा करा	०.९	३.०		०.९	१२.०	
२०% BOD तेलाने पिंजण करा						
१२% BOD प्रक्षालकाने खारण (fulling) करा	६.४	२१.६		६.४	८५.३	
१२% BOD प्रक्षालकाने धावन करा						
कार्बनीकरण करून उदासीन करा	०.२	०.७		०.२	२.७	
एकूण –	२९.५		३४	७.५		६३

१	२	३	४	५	६	७
पद्धत III						
विलेयक कटाव, फक्त ग्रीजचे पुनःप्रापण करा	०	०				
स्वेदवशेषक लवणे आणि घाण १२ %						
BOD प्रक्षालकाने धुवून काढा	१०.०	५८.९				
अमोनियम सल्फेटने रंगसाठा करा	०.९	५ ३		०.९	१२.९	
३% BOD तेलाने पिंजण करा						
१२% BOD प्रक्षालकाने खारण करा	५.९	३४.७		५.९	८४.३	
१२% BOD प्रक्षालकाने धावन करा						
कार्बनीकरण करून उदासीन करा	०.२	१.२		०.२	२.९	
एकूण –	१७.०		६२	७.०		६५
पद्धत IV						
मेथिल आणि आयसोप्रोपिल अल्कोहोलने कटावण करा; ग्रीज आणि स्वेदावशेषकांचे पुनःप्रापण करा	०	०				
प्रक्षालकाने घाण धुवून काढा	१.०	१९.६				
अमोनियम सल्फेटने रंगसाठा करा	०.९	१७.६		०.९	२२.०	
३ % BOD तेलाने पिंजण करा						
१२% BOD प्रक्षालकाने खारण (fulling) करा	३.०	५८.८		३.०	७३.२	
१२ % BOD प्रक्षालकाने धावन करा						
कार्बनीकरण करून उदासीन करा	०.२	३.९		०.२	४.९	
एकूण –	५.१		८९	४.१		८०

* भट्टीत सुकविलेल्या लोकरीवर आधारित

† त्या विशिष्ट पद्धतीतील बेरजेवर आधारित

‡ पद्धत I (४५.१ % OWF) च्या बेरजेवर आधारित

§ पद्धत I (२०.१%OWF) च्या बेरजेवर आधारित

कोष्टक २१–५

लोकर गिरणीतील अपशिष्टांचे विश्लेषण (मॅसेली व इतरांच्या प्रमाणे (७१))

पद्धत	क्षारता *			घनपदार्थ			
	pH	$CO_3^{=}$, ppm	HCO_3^{-}, ppm	एकूण, ppm	स्थिर, ppm	बाष्पशील, ppm	BOD ppm
ग्रीज कटाव, १ ला प्याला, साबण–क्षार	९.७	४८७०	७३४०	६४४४८	१९१३३	४५३१५	२१३००
ग्रीज कटाव, १ ला प्याला, प्रक्षालक–Na_2SO_4	८.०	०	६४४२	६०५९३	१९८८९	४००१२	१५४००
ग्रीज कटाव, २ रा प्याला, साबण–क्षार	१०.४	९१५३	२२१४	२५६२४	१५१३१	१०४९३	४७८०
ग्रीज कटाव, २ रा प्याला, प्रक्षालक–Na_2SO_4	८.३	१६	४६३	६३६८	२०८६	४४७८	११६०
ग्रीज कटाव, ३ रा प्याला, साबण–क्षार	९ ७	३५५	१५४	११२९	५५५	५७४	२५५
ग्रीज कटाव, ३ रा प्याला, प्रक्षालक–Na_2SO_4	७.३	०	७५	१६०९	५२५	१०८३	१७०
साठा रंगविणे, ॲसेटिक अम्ल	७.३	१८	८०३	३८५५	२२४८	१२६६	२१८२
साठा रंगविणे, अमोनियम सल्फेट	६.७	०	१९४	८३१५	३७८२	४५३३	३७९
खारणानंतर (fulling) धावन करा, १ ला साबण, खारणाकरता साबण वापरला	१०.०	२११७	५८४	१९२६७	४७७१	१४४८९	११४५५
खारणानंतर धावन करा, १ ला साबण, खारणाकरता प्रक्षालक वापरला	९ ७	३८०	६०	४८३०	९७७	३८५३	४०००
कार्बनीकरणाच्या मागोमाग उदासीनीकरण, १ ले प्रवाही (running) निथळण	२.२	०	०	१२४१	१९३	१०४८	२८
कार्बनीकरणाच्या मागोमाग, उदासीनीकरण, १ ले सोडा–रक्षा स्नान	८.५	५१७	२७८८	९७८१	९५५९	२२२	२८
रंगाच्या किटल्यांत लोकरीचे प्रकाशीय विरंजन	६.०	०	२८१	९०८	३७६	५३२	३९०

* अपशिष्टाच्या कोणच्याही नमुन्यात मुक्त हायड्रॉक्साइड नव्हते.

मिसळलेले साबण आणि पृथक्ककरण करणारे (sequestering) एक द्रव्य खारण प्रक्रियेत वापरण्यात येते; अतिरिक्त खारण द्रावणसुद्धा, कापड पिळून आणि/अथवा धुवून त्यातून काढून टाकले पाहिजे. लोकरीतील वनस्पति द्रव्य गरम दाट अम्लाचा उपयोग करून सुटचा, जळक्या कणात परिवर्तित करण्याकरता वापरण्यात येणाऱ्या प्रक्रियेस कार्बनीकरण म्हणतात. हे कण यंत्रात चिरडण्यात येतात व नंतर " डस्टर " या नावाच्या यंत्राने कापडातून हालवून काढून टाकले जातात. या शिवाय, कापडाचे तुकडे रंगविणे, विरंजन, आणि परत खारण करण्याची शक्यता असते पण अशा कामात प्रक्रिया केलेल्या एकूण कापडापैकी अगदी थोडया टक्केवारीचाच संबंध येतो.

कोष्टक २१–६

विभिन्न तंतूंच्या प्रक्रियाकरणातील BOD भार आणि संकेंद्रणे (मॅसेली आणि इतरांच्या प्रमाणे) (७१) *

तंतू	गॅलन/१०००पौंड	BOD,%OWF	सरासरी BOD,ppm
रेयॉन	५०००	५.०–८.०	१२००–१८००
अॅसेटेट	९०००	४.०–६.०	५००–८००
नायलॉन	१५०००	३.५–५.५	३००–५००
ऑर्लॅनि	२५०००	१०.०–१५.०	५००–७००
डेक्रॉन :			
ओ-फेनिल फेनॉल	१२०००	१५.०–२५.०	१५००–२५००
मोनोक्लोरो बेन्झेन	१२०००	३.०–५.०	३००-५००
बेन्झॉइक अम्ल	१२०००	६० ०–८०.०	६०००–८०००
सॉलिसिलिक अम्ल	१२०००	५०.०–७०.०	५०००–७०००
फेनिलमेथिल कार्बिनॉल	१२०००	४०.०–६० ०	४०.०–६०००
कापूस	७००००	१२.५–२५.०	२००–६००
लोकर	७००००	४०.०–६०.०	७००–१२००

* डेक्रॉनच्या माहितीच्या खेरीज इतर माहिती संयंत्रावरील प्रत्यक्ष सर्वेक्षणांवर आधारित केली आहे.

कोष्टक २१–७
संश्लिष्ट तंतूंच्या सफाईकामात वापरलेल्या प्रक्रियारसायनातील BOD चा कार्यभाग (मॅसेली व इतराप्रमाणे (७१))

प्रक्रिया रसायन *	BOD †		
	% OWC	% OWF	% एकूण
१	२	३	४
	ॲसेटेट प्रक्रिया		
कटाव आणि रंग			
ॲंटिस्टाट–वंगण		१.५	४४
२%सल्फोनीकृत तेल	५२	१.०	३१
१% सिंडेट ‡	५	०.१	२
२%ॲलिफॅटिक एस्टर	४१	०.८	२४
२%मृदुकारक	०	०	०
एकूण		३.४	
	नायलॉन प्रक्रिया		
कटाव			
ॲंटिस्टाट–वंगण		१.५	२९
१ % साबण	१५०	१.५	२९
१ % चरबीयुक्त एस्टर	५५	०.६	११
रंग			
२.४ % सल्फोनीकृत तेले	५६	१.७	३२
एकूण		५.२	
कटाव	डेक्रॉन प्रक्रिया		
ॲंटी स्टाट–वंगण		१.५	९
१% अनायनिक सिंडेट	५	०.१	०
रंग			
४ % ॲसेटिक अम्ल (८४%)	५८	२.३	१३
१०%ओ–फेनिल फेनॉल	१३८	१३.८	७८
संभाव्य अन्य वाहक			
६%पी–फेनिल फेनॉल			
४०% बेंझॉइक अम्ल	१६५	(६६.०)	(९४)
४०% सॅलिसिलिक अम्ल	१४१	(५६.४)	(९४)
३ % फेनिलमेथिल कार्बिनॉल	१५०	(४५.०)	(९२)
एकूण		(१७.७)	

(कोष्टक २१-७ पुढें चालू)

१*	२	३†	४
कटाव आणि रंग	रेयॉन प्रक्रिया		
अँटिस्टाट-वंगण		१.५	५०
३ % सिडेट	१४	०.४	१४
२ % विलेय तेल	५३	१.१	३६
१० ते ३०% साधे मीठ	०	०	०
एकूण		३	
कटाव	ऑर्लॉन प्रक्रिया		
अँटिस्टाट-वंगण		१.५	१२
२% साबण	१५०	३.०	२४
प्रथम रंग			
०.५% सिडेट	०	०	०
३% फॉर्मिक अम्ल	२०	०.६	५
द्वितीय रंग			
१% द्रवकारक	१४	०.१	१
३% फेनॉलिक संयुगे	२००	६.०	४८
३% कॉपर सल्फेट			
२% हायड्रॉक्सी अमोनियम सल्फेट	४	०.१	१
कटाव			
२% सिडेट	०	०	०
१% देवदार तेल	१०८	१.१	८
एकूण		१२.४	

* रसायनाच्या आधीचा टक्क्याचा आकडा वापरलेली राशि (OWF) दाखविणे.

† आपल्याच वजनावर आधारलेला, रसायनात अंतर्भूत असलेला BOD हा प्रतिशत् OWF असतो; लोकरीच्या वजनावर आधारलेला, रसायनामुळे निर्माण होणारा BOD हा प्रतिशत् OWF असतो. एकूण BOD शी रसायनांचा वाटा ही प्रतिशत् बेरीज असते.

‡ सिडेट, संश्लिष्ट प्रक्षालक, दाखविते.

मेंढयांच्या पाठीवरून काढलेल्या " ग्रीज लोकरीत " लोकरीच्या तंतूचा प्रत्यक्ष अंश सरासरी ४० टक्केच असतो. बाकीचा ६० टक्के भाग वाळू, ग्रीज, स्वेदावशेष (मेंढीचा वाळलेला घाम) आणि काटेरी बोंडे (burr) यासारख्या नैसर्गिक अपद्रव्यांचा बनलेला असतो. परिणामतः जेव्हा २$\frac{1}{2}$ पौंड ग्रीज लोकरीचे कटावण केले जाते तेव्हा फक्त १ पौंड कटावित लोकर मिळते; याचाच अर्थ, दर १००० पौंड कटावण केलेल्या लोकरीबरोबर १५०० पौंड अपद्रव्ये अपशिष्ट म्हणून सोडली जातात. शिवाय ३०० ते ६०० पौंड प्रक्रिया रसायनेही प्रस्त्रावित केली जातात. BOD च्या संदर्भात दर १००० पौंड कटावित लोकरीचे उत्पादन करताना २०० ते २५० पौंड BOD प्रस्त्रावित होतो.

कोष्टक २१–८

विभिन्न तंतूंच्या प्रक्रियापासूनचे अंदाजित प्रदूषण भार, प्रतिशत् BOD OWF (मॅसेली व इतरांप्रमाणे (७१))

तंतु	नैसर्गिक अपद्रव्ये	खळ, तेले, अँटीस्टाट्स	कटावण (scouring)	रंग, पायसीकारक, वाहक, इत्यादी	विशेष सफाई, जलरोध इ	एकूण
कापूस	३–५	०.५–१०.०	०.५–६ ०	०.२–८.०	०.२–८.०	४.४-३७ ०
ग्रीजयुक्त लोकर	२०.०†३०.०	०.२-९.०	१.५-१५.०‡	०.५–१०.०	०.२–८.०	२१.९† ७२.०
कटावित लोकर	१.०–२.०	०.२–९.०	१.०-१५.०‡	०.५–१०.०	०.२–८.०	२.९–४४.०
रेयॉन	०	०.५–६.०	० ५–५.०	०.२–०.५	०.२–८.०	१.४–३४.०
अॅसेटेट	०	०.५–६ ०	०.५–५.०	०.२–५.०	० २–८.०	१.४–२४.०
ऑर्लॉन	०	०.५–६ ०	० ५–५.०	०.२–१०.०	०.२–८.०	१.७–२९.०
नायलॉन	०	०.५–६ ०	०.५–५.०	०.२–५.०	०.२–८.०	१.४–२४.०
डेक्रॉन	०	०.५–६.०	०.५–५.०	३.०–६ ०	० २–८.०	४.२–७८.०

* वाङमयात वर्णन केलेल्या प्रक्रियापद्धती आणि सर्वेक्षणे, यांच्यावर हे अंदाज आधारित केले आहेत.

† विलायक निःसारणाने (solvent extraction) जर ग्रीज व स्वेदावशेष काढून टाकले तर अदमासे २ प्रतिशत् भार कमी करता येईल.

‡ खारणांकरता (fulling) वापरलेल्या सावणाचा सुद्धा उच्च मूल्यांत समावेश आहे.

लोकर कटाव सफाईकाम करण्याच्या गिरण्यातून ९ ते १० pH व सुमारे ९०० ppm BOD, तसेच ३०० ppm एकूण घनपदार्थ, ६०० ppm एकूण क्षारता, ४ ppm एकूण क्रोमियम, व १०० ppm तरंगते घनपदार्थ असलेला, मिश्र मलनिःस्त्राव निर्माण होतो. अपशिष्ट करडया रंगाचे असते आणि स्वभावतः ते कलील असते: BOD चे महत्वाचे निर्मितिस्थान, कटावण करताना विष्कासित केलेले लोकर–ग्रीज आणि स्वेदावशेष आणि खारणात व धावनात वापरलेला साबण, हे असते. दर १००० पौंड लोकरीवर प्रक्रिया करण्यासाठी अदमासे ७०००० गॅलन पाणी लागते, परंतु साध्या अवसादनाचा या अपशिष्टावर क्षुल्लक परिणाम होतो. यू. एस ए. मधील बहुतेक लोकर गिरण्या कटावित लोकर विकत घेतात आणि रंगविण्याचे आणि सफाइचेच फक्त काम करतात. अशा गिरण्यात संयंत्र अपशिष्टातील BOD ला लोकर–अपशिष्टातून अगदी अल्प योगदान (contribution) मिळते. लोकर गिरणीतील BOD पैकी सुमारे २४ प्रतिशत् BOD रंग प्रक्रियेतून, ७५ प्रतिशत् खारणानंतरच्या धावनातून, आणि फक्त १ प्रतिशत् कार्बनीकरणानंतर केलेल्या उदासीनीकरणातून उद्‌भवतो. अपशिष्टांच्या वैशिष्टयांचा तपशील को. २१–३, २१–४, व २१–५ (मॅसेली इत्यादींच्याप्रमाणे) मध्ये दिला आहे.

संश्लिष्ट तंतू –

अनिवार्यतः संश्लिष्ट तंतू शुद्ध रासायनिक संयुगांचे बनलेले असतात, आणि त्यात नैसर्गिक अपद्रव्ये नसतात. त्यामुळे रंगविण्याचे कापड तयार करण्यासाठीच फक्त अल्प प्रमाणात कटावण आणि विरंजन करण्याची आवश्यकता असते. कापूस व लोकरीकरता वापरण्यात येणाऱ्या रूढ यंत्रसामग्रीने तंतू व कापडावर सहज प्रक्रिया करता येते. विद्यमान महत्वाचे संश्लिष्ट तंतू, रेयॉन, अॅसेटेट, नायलॉन, ऑर्लॉन, व डेक्रॉन हे आहेत. पुनरुत्पादित सेल्यूलोज पासून मुख्यतः रेयॉन बनविलेले असते; अॅसेटेट हा सेल्यूलोज–अॅसेटेट तंतु असतो. कोणच्याही दीर्घ–शृंखला संश्लिष्ट पॉलीमरिक अमाइडकरता वापरलेली " नायलॉन " ही जातीव (guneric) संज्ञा आहे; ऑर्लॉनि हे संश्लिष्ट पॉलीमरपासून तयार केलेल्या अभिस्थापनीय तंतूंचे व्यापारी नांव आहे व त्यात अॅक्रिलिक गटांचे आधिक्य (preponderence) असते. अॅक्रिलोनायट्राइट्स आणि एथिल अथवा मेथिल अॅक्रिलेट हे त्या तंतूंच्या पैकी नवीनतम तंतू आहेत. एथिलीन ग्लायकॉल व टेरेप्थॅलिक अम्लापासून डेक्रॉन हा पॉलिस्टर तंतु तयार करण्यात येतो. हृया तंतूवरील उपचारणातून निर्माण झालेल्या संपूर्ण प्रदूषणाचा उगम, त्यांच्यावर प्रक्रिया करण्याकरता वापरलेल्या विविध कटावण व रंगविण्याच्या रसायनांत असतो. अशा संयुगांच्या राशी आणि BOD को. २१–६, २१–७ व २१–८ (मॅसेली व इतरांप्रमाणे) मध्ये सादर केले आहेत.

२१-२. वस्त्रनिर्मितीतील अपशिष्टांवरील उपचार -

वस्त्र निर्मितीतील अपशिष्टांची राशि आणि शक्ति कमी करण्याकरता प्रारंभिक कार्य-प्रणालींचे अवलंबन करण्यावर मॅसेली व बर्फोर्ड (७१) यांनी भर दिला आहे. या कार्यप्रणालीत चांगली देखभाल, प्रक्रियेवर केलेले काटेकोर नियंत्रण, प्रक्रिया-रासायनिक प्रतिस्थापन (substitution) आणि पुनःप्रापणाचा संबंध असतो. ते हे मान्य करतात कीं, उत्तम प्रकारे देखभाल केल्यानंतरसुद्धा ५ ते १० टक्क्यानीच BOD भार कमी होतो; तथापि, कापसाच्या कियरिंग व सायझिंगवरील अधिक घनिष्ट नियंत्रण आणि निरनिराळ्या अन्य कार्यपद्धतीत वापरलेल्या रसायनांच्या राशीमुळे जास्तीत जास्त ३ टक्क्यापर्यंत प्रदूषण भार कमी होऊ शकतात. रासायनिक प्रतिस्थापनाने प्रदूषण कमी करण्यासंबंधी गंभीर विचार करण्यात येईतो कोणत्याही उपचारण संयंत्राचीं आखणीं करण्यात येऊ नये या मॅसेली व बर्फोर्ड यांच्या निवेदनाशीही लेखक सहमत आहे. जेथे प्रतिस्थापन परिणामकारक होईल अशा कापूस-आणि लोकर गिरण्यातील प्रक्रियांची यादी या लेखकांनी तयार केली आहे.

कापूस गिरण्या -

१) साबणाऐवजी (१४० ते १५५ टक्के BOD) मंद BOD संश्लिष्ट प्रक्षालक (० ते २० टक्के BOD)* वापरणे. जेथे साबण मोठ्या प्रमाणात वापरण्यात येते अशा संयंत्रात कमाल लघुकरण अंदाजे ३५ प्रतिशत् होते. (तथापि, साबणाऐवजी सिंडेट्स वापरण्यात, ते नाल्यातील व भूजलाच्या पुरवठ्यात टिकून राहतात, हा तोटा आहे.) २) रंगाच्या ऑक्सी-करणासाठी डायक्रोमेट अॅसेटिक अम्लाच्या (५ ते १५ टक्के लघुकरण) ऐवजी बाष्पव्याप्ती (steam ranges) वापरणे; ३) सफेतीमध्ये दाहकता कमी वापरणे (१० ते २० टक्के BOD चे लघुकरक, १० ते ३० टक्के दाहकाचे लघुकरण), ४) उच्च BOD द्रव्यांच्या (५ ते १५ टक्के लघुकरण) ऐवजी मंद BOD विसरक, पायसीकारक, समतलक (levelling) इ. द्रव्ये वापरणे; ५) सध्या विस्तृत प्रमाणात वापरण्यात येत असलेल्या उच्च BOD खळीच्या (sizes) (५० ते ७० टक्के) ऐवजी मंद BOD खळ (कॅर्बोक्सीमेथिल सेल्लूलोज ३ टक्के, पॉली ॲक्रिलिक अम्ल १ टक्का) वापरणे; त्यामुळे, सैद्धान्तिकरीत्या कापूस गिरणीतील

---

* रसायनाच्या दर पौंडास BOD पौंड; म्हणजेच ० ते ०.०२ पौंड BOD / पौंड प्रक्षालक.

एकूण BOD, ४० ते ९० टक्के कमी होतो; ६) रंग कामातील ॲसेटिक अम्लाऐवजी अमोनियम सल्फेट अथवा क्लोराइड (० टक्के BOD) वापरणे.

लोकर गिरण्या –

१) कटावणाच्या कामात साबणाऐवजी मंद BOD प्रक्षालक (कमाल BOD लघुकरण ५ टक्के शक्य असते) वापरणे; २) अपशिष्टातील उच्च क्षारता कमी करण्यासाठी Na_2CO_3 च्या ऐवजी Na_2SO_4 प्रक्षालक मिश्रण वापरणे; ३) अनायनिक पायसीकरणासह (२० टक्के BOD) खनिज तेले, पिंजण तेलांच्या (१०० टक्के BOD) ऐवजी वापरणे; कटाव व सफाई गिरण्यात सुमारे १० टक्के BOD चे प्रभावीपणे लघुकरण करता येईल आणि सफाई गिरणीत २५ टक्के. ४) खारणाकरता वापरण्यात येणाऱ्या साबणाऐवजी आणि खारणानंतर, धुण्याकरता मंद BOD प्रक्षालकाचा वापर करणे; १५ ते ३० टक्के BOD लघुकरण प्राप्त करता येते; खारणाकरता (fulling) साबणाऐवजी H_2SO_4 सुद्धा वापरावा ५) ॲसेटिक अम्लाऐवजी अमोनियम सल्फेट वापरण्याने कटाव व सफाई गिरणीच्या संयंत्रातील एकूण BOD, ५ ते १० टक्क्यांनी कमी होतो.

हे लक्षात ठेवावे कीं, " उच्च BOD संयुगाच्याऐवजी तथाकथित " BOD नसलेली " संयुगे वापरण्यात इतर अडचणी निर्माण होण्याची शक्यता असते: उदा. जेव्हा स्टार्चच्याऐवजी विलेयक साइझ वापरण्यात येतात तेव्हा अनेक मैलापर्यंत नदीत ती टिकून राहतात. ठराविक कालात त्यांचा पाणी पुरवठ्यात शिरकाव होतो, उपचारणास अडथळा येतो, आणि उपचारणास होणाऱ्या त्यांच्या प्रतिरोधामुळे घरगुती पिण्याच्या पाण्यात त्यांचे अस्तित्व दिसून येते. त्यामुळे संयंत्रानी अपशिष्ट उपचारणाच्या प्रारंभिक टप्प्यातील साइझ केवळ प्रतिस्थापितच करू नये असे नव्हे तर पाण्याचा वापर आणि उपचारण पद्धतीही काळजीपूर्वक तपासणे आवश्यक होते. कांही उदाहरणांत जेथे निःस्त्राव जल घरगुती पाणी पुरवठ्यात मिसळून जात नाही अथवा जेथे उपचारण पद्धती पर्याप्त प्रमाणात वापरण्यात येतात तेथे, वस्त्रनिर्मिति उद्योगातील विलेय साइझचे प्रतिस्थापन (substitution) मौलिक ठरते. मेण, पेक्टीन, अल्कोहोल यांच्या सारखीं कापसातील २ लाख टन अपद्रव्ये हल्ली दर वर्षी मलवाहिनीत सोडून दिली जात असल्यामुळे, कांही विशिष्ट द्रव्यांच्या पुनःप्रापणाचा सर्व गिरण्यांनी विचार करणे आवश्यक आहे (७१). पुनःप्रापित रसायनांची दाहक सोडा आणि स्लॅशिंग स्टार्च ही उदाहरणे आहेत. यापूर्वीच अनेक गिरण्यांतून दाहक सोडा पुनः प्राप्त केला जात आहे. परंतु त्याचे मुख्य कारण उरलेले अपशिष्ट जैवी साधनांनी अधिक प्रभावीपणे उपचारित करता येईल, हे आहे. संदूषित कियरिंग

द्रवात सुमारे निम्मा दाहक सोडा असल्याचे दिसून येते आणि उरलेला निम्मा मर्सरीकरणातून उद्‌भवतो. या दाहक सोड्याच्या पुनःप्रापणाकरता आणि शुद्धीकरणाकरता अपोहन (dialysis) आणि बाष्पीभवनाचा उपयोग करण्यात आला आहे. कियर द्रव ही दाहक सोड्याच्या तुलनेने पातळ द्रावणे असल्यानें आणि त्यांत डिक, पेप्टीन आणि हेमीसेल्यूलोज सारखी तरंगती आणि कलील अनेक अन्य अपद्रव्ये असल्याने, कॉस्टिक सोडा पुनः प्राप्त करण्यासाठी अपशिष्टाचे अपोहन अथवा बाष्पीभवन करणे व्यवहार्य असल्याचे दिसून आले नाही.

मॅसेलीने (७०) असे गणित केले आहे की, आपल्या वस्त्रनिर्मिति गिरण्यांतील केवळ स्टार्च–विपांजणाच्या अपशिष्टांतून दर वर्षी ४ लाख टन ग्लूकोज पुनःप्राप्त करता येईल. हा आंकडा पांजणीकरण प्रक्रियाकालातील १० ते १५ टक्के स्टार्चच्या सरासरी वाढीवर आधारित केला होता. ग्लूकोजचे पुनःप्रापण उद्योगालाच केवळ काटकसरीयुक्त फायद्याचे होते असे नव्हे तर त्यामुळे उपचारण करावयाचा BOD भारही ४५ ते ९४ प्रतिशत् कमी होईल. विपांजणी अपशिष्टाच्या बाष्पीभवनातून निर्माण झालेली वाफ गिरणीत वापरता येईल.

लोकर गिरण्यातील अपशिष्टातील लोकर ग्रीज मधील लेनोलीनचे विलायक निःसारण करून पुष्कळवेळा पुनःप्रापण करण्यात येते. कार्बन टेट्राक्लोराइड अगर बेन्झीन सारखे स्वच्छता कारक द्रावण–विलेयक (त्याकरता) सामान्यतः वापरण्यात येते. आपल्या लोकर गिरण्यांतून लोकर ग्रीजचा ५०००० ते १००००० टन पुरवठा होणे संभवनीय आहे, आणि ग्रीजच्या पुनः प्रापणामुळे BOD चे २० ते ३० प्रतिशत् लघुकरण करता येईल.

नवीन अल्कोहोल निःसारण प्रक्रियेचा वापर करून स्वेदावशेष सुद्धा पुनः प्राप्त करता येईल व प्रक्षालकांच्या विनिर्मितीसाठी अगर पोटॅशियमच्या लवणासाठी विकता येईल. स्वेदावशेषाच्या पुनःप्रापणामुळे BOD त २० ते ३० प्रतिशत् अतिरिक्त लघुकरण करता येते आणि त्या पद्धतीने यू. एस. मध्ये दर वर्षी ४०००० टन स्वेदावशेष निर्माण केला जातो.

लोकर गिरण्यातील अपशिष्टातून साबण हा एक मौल्यवान पदार्थही प्राप्त करता येण्याजोगा आहे. जरी या देशात किरकोळ प्रमाणात साबण पुनःसंपादन करण्याची प्रथा असली तरी त्याचा परिणाम लोकर कटावण आणि सफाई गिरणीतील अपशिष्टातील BOD चे ३० ते ७० प्रतिशत् लघुकरण होण्यात होतो व पुनःप्रापित चरबी अस्तरित करण्याचे (rendering) अथवा इंधनाचे साधन म्हणून वापरता येतो.

यावरून असे दिसून येते की, मोठ्या प्रमाणात अंतर्भूत असलेल्या BOD च्या लघुकरणासह पुनःप्रापण, ही कोणच्याही अपशिष्ट–उपचारण योजनेतील एक महत्वाची पायरी असते.

तथापि, पुनःप्रापण, रासायनिक प्रतिस्थापन (substitution), प्रक्रियानियंत्रण, आणि चांगल्या प्रकारे देखभाल करण्याची प्रथा, या बाबी प्रदूषण नाहीसे करण्यास पुऱ्या पडल्या नाहीत तर अतिरिक्त अपशिष्ट–उपचारण पद्धतींचा अवलंब करावा लागतो.

२१-३. अपशिष्टांवरील अंतिम उपचार –

सामान्यतः अतिरिक्त BOD च्या अंतिम निष्कासनाकरता मुख्य पद्धत म्हणून रासायनिक किलाटन आणि जैवी उपचारणाचा उपयोग करण्यात येतो. तथापि, १० ते १२ या प्रकरणांत निर्दशित केल्याप्रमाणे ह्या दोन्हीही पद्धतींना मर्यादा पडतात. pH च्या नियंत्रणाकरता चुना अगर सल्फ्यूरिक अम्लासह तुरटी, फेरस सल्फेट, फेरिक सल्फेट, अथवा फेरिक क्लोराइड किलाटक म्हणून वापरण्यात येतात. लोकर कटावण अपशिष्टांच्या किलाटनासारख्या कार्यपद्धतीत कॅल्शियम क्लोराइडसुद्धा प्रभावी असल्याचे दिसून आले आहे. जेव्हा एखाद्या विशिष्ट अपशिष्टाबरोबर त्याचा किलाटक वापरण्यात येतो तेव्हां, त्याचा स्वतःचा अनुकूलतम समविद्युत बिंदु (isoelectric point) (कमाल किलाटनासाठी pH) असतो व तो प्रयोग करून निर्धारित केला पाहिजे. एका रसायनापेक्षा दुसऱ्याने कांही अपशिष्टांचे किलाटन अधिक सुलभ होते; तसेच कांही अन्य अपशिष्टांचे काटकसरीच्या कोणच्याही ज्ञात किलाटकाने किलाटन करता येत नाही. एकाद्या विशिष्ट अपशिष्टाच्या रासायनिक किलाटकानें BOD चे लघुकरण करण्याचा अंदाज करण्यासाठी अपशिष्ट–अभियंत्याला मदत व्हावी म्हणून मॅसेलीने (७१) को. २१–९ मध्ये आधारसामग्री सादर केली आहे.

प्रस्तुत लेखकाने १) समानीकरण, २) उदासीनीकरण, ३) प्रमाणीकरण ४) रंग निष्कासन, आणि ५) ऑक्सिजनची मागणी करणाऱ्या सेंद्रिय द्रव्याचे लघुकरण, अशी ५ मार्गांनी, वस्त्र निर्मिति–रंग–अपशिष्टाचे नाल्यात सोडण्यापूर्वी उपचारण केलेच पाहिजे असे निर्देशन केले आहे (७९, ८०, ८१). असे दिसून आले कीं, $Al_2(SO_4)_3\,18\,H_2O$ (तुरटी) ने वाहितमल–रंग–अपशिष्ट मिश्रणातून आभासी रंगाचे पूर्ण निष्कासन झाले आणि BOD चेही ६३ टक्के लघुकरण झाले. ८.३ pH असताना २०० ppm आणि ७.० pH असताना १४० ppm इतकी तुरटीची मात्रा लागली

चेंबरलेनने (२३) अशी नोंद केली आहे कीं, रसायनाने रंग–अपशिष्टांचे किलाटन करण्याऐवजी अनेक रंगाचे ऑक्सीकरण अथवा विरंजन करण्यासाठी आणि सल्फर रंगातून BOD काढून टाकण्यासाठी क्लोरीनेटेड कॉपेरसच्या स्वरूपात क्लोरीन वापरण्यात येते. किलाटन व रंग काढून टाकण्यास मदत होण्यासाठी, तसेच अपशिष्ट प्रक्रियेतील अंतिम टप्प्यासाठीसुद्धा

रसायनांच्या बरोबर क्लोरीन वापरता येते. सामान्यपणे १०० ते २५० ppm क्लोरीन याकरता लागते. सेंद्रिय रंगाचे रंगहीन अंतिम पदार्थात ऑक्सीकरण करणे हा क्लोरीनचा मुख्य परिणाम असतो,

वस्त्रनिर्मितीतील अपशिष्टांचे जैवी साधनांनी उपचारण करण्यात, ठिबकणारे निस्यंदन, उत्प्रेरित अवमल, आणि विसरित–वृद्धिवातन (dispersed-growth aeration) ही अत्यंत यश-

कोष्टक २१–९

कांही अपशिष्टांच्या रासायनिक किलाटनाने BOD चे लघुकरण. (मॅसेली व इतर (७१))

रासायनिक अपशिष्ट	BOD चे लघुकरण %
साबण *	९०
फेनॉल	०
ग्ल्यूकोज	०
स्टार्च	५७
जिलेटिन *	६५
ग्ल्यू *	३३
पायसीकृत खनिज तेल	८०
सल्फोनीकृत एरंडेल तेल	८२
सल्फोनीकृत वनस्पती तेल	४४
खोबरेल तेल*	९२
ओ-फेनिल फेनॉल	०
सॅलिसिलिक अम्ल	१७
बेन्झॉइक अम्ल	८
ॲसेटिक अम्ल	८
ऑक्झॉलिक अम्ल	०
सोडियम असेटेट	८६
ॲलम–वॅक्स–पायस	८५

* किलाटक म्हणून दर १००० गॅलनला ३ पौंडापेक्षा जास्त तुरटी, ५ पौंड साबण, १८ पौंड जिलेटिन, ५ पौंड डिंक, १० पौंड खोबरेल तेल लागले.

स्वी ठरली आहेत. लवचिकता, कमी परिचालन खर्च, आणि अपशिष्टांचे आघात भार (shock loads), हाताळण्याच्या क्षमतेच्या दृष्टिकोनातून ठिबकणारे निस्यंदन सामान्यपणे इष्ट असते. उत्प्रेरित अवमल उपचारणामुळे BOD चे लघुकरण अधिक प्रमाणात होते. परंतु दीर्घ अव–रोधन कालाची (१२ ते ४८ तास) तरतूद करण्यासाठी मोठाल्या संचांची गरज लागते. तसेच उच्च अर्हताप्राप्त पर्यवेक्षणाची आवश्यकता असते. विसरित-वृद्धि वातनाने उत्प्रेरित–अवमल उपचारणापेक्षा BOD चे काहीसे कमी लघुकरण होते. परंतु त्यामुळे अवमल समस्या दूर होते; तसेच त्याला कमीतकमी परिचालन आणि देखभाल करावी लागते.

कोणच्याही जैवी उपचारणाच्या कार्यक्षमतेत अपशिष्टातील प्रारंभिक pH हा नियंत्रक घटक असतो जेव्हा pH, ७ व ९ च्या दरम्यान असतो तेव्हा BOD चे अनुकूलतम लघुकरण प्राप्त होते, परंतु जेव्हा pH कधी कधी ९ ते ११ च्या दरम्यान असतो तेव्हा BOD चे काहीसे लघुकरण घडून येते; या व्याप्तीची मर्यादा अपशिष्टाचा गुणधर्म व वातनापूर्वी प्राप्त झालेल्या समानी–करणावर अवलंबून असते. pH जेव्हा ११.५ पेक्षा वर जातो तेव्हा BOD चे अल्पसे लघुकरण होते अथवा मुळीच होत नाही. pH च्या नियंत्रणाच्या पद्धती खर्चाच्या असू शकतात· त्यामुळे जैवी उपचारणास मान्यता देण्यात खर्चाच्या बाबीची त्यावर मर्यादा पडते. सामान्यत H_2SO_4 अम्ल, संदाबित (CO_2) वायू अगर दग्ध वायूच्या मिश्रणाने pH खाली आण–ण्यात येतो. पहिल्या दोन पद्धती अतिशय परिणामकारक आहेत. पण तुलनेने त्यांना जास्त खर्च येतो. तथापि, ज्याच्यात सामान्यपणे १२ ते १४ प्रतिशत् CO_2 असतो अशा दाहक द्रावणा–तील pH कमी करण्यासाठी दग्ध वायु वापरता येतात आणि एकदाका नळ व्यवथा, मार्जक (scrubber) आणि आता, यांच्यावरील भांडवली खर्च करणे शक्य झाले कीं, त्याच्या परिचालनास खर्च कमी येतो आणि ते व्यवहार्थ बनते (दग्ध वायूने उदासीनीकरण करण्याच्या तत्वावरील चर्चा प्रकरण ७ मध्ये केली आहे.) दग्ध वायू वापरून उदासीनीकरण करणे केवळ शक्य असते एवढेच नव्हे तर क्षारीय वस्त्रनिर्मिति अपशिष्टावरील जैवी उपचारणात त्याचीं आवश्यकताही असते. बीचेसने (४) असे दाखवून दिले आहे कीं, रंगाच्या कांही अपशिष्टांतील pH, २ पासून ११ च्या व्याप्तीत होता व त्यात ३० ppm सल्फाइडे होती. अपशिष्टातून दग्ध वायू सोडण्याच्या अनेक पद्धतींचा अभ्यास करण्यात आला आणि त्यांना असे आढळून आले कीं, चूषित्राच्या (aspirator) तत्वावर परिचालन होणाऱ्या बाजारी धुम्रमार्जकाचा (fume scrubber) वापर करून pH, ९ वरून ६.१ पर्यंत खाली आणता आला आणि ९८ प्रतिशत् H_2S निष्कासित करता आला: त्याच्या प्रायोगिक संयंत्राचे आरेख आ. २१-१ व २१–२ मध्ये दिले आहेत. अन्य कर्मचाऱ्यांना सुद्धादग्ध वायु उपचारण करणे शक्य असल्याचे दिसून आले. (१४, २७, ५३, ५४, ५६, ७७, व ११०).

वस्त्रनिर्मितीतील उच्च प्रमाणात विरघळलेल्या सेंद्रिय अपशिष्टांच्या उपचारणाची पद्धत म्हणून विसरित–वृद्धि वातनास वाढती मान्यता मिळत आहे. १२ व्या प्रकरणात दाखविल्या–प्रमाणे कापड–कियरिंग द्रव, एन्झाईम विपांजणीकरण अपशिष्टे, आणि स्टार्च निथळण अप–शिष्टे, यावर केलेल्या प्रायोगिक विसरित–वृद्धि वातनाच्या निष्कर्षावरून उपचारण संतोषजनक होत असल्याचे दिसून आले. सफाई गिरणोतील अपशिष्टांवरील ह्या उपचारणाचे प्रायोगिक

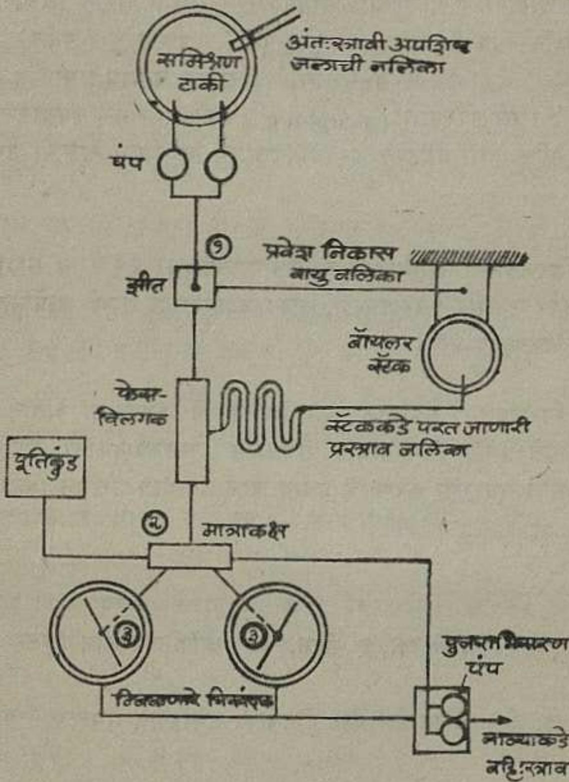
(अ)

(ब)

आकृति २१–१. वायु–प्रायोगिक संयंत्रे : (अ) भाता चिमणी व (ब) स्रोत चिमणी.

संयंत्रावर मिळालेलें निष्कर्ष इतके चांगले होते (४९) की, ह्या प्रायोगिक संयंत्र निष्कर्षावर आधारित केलेलें पूर्ण मापाचे उपचारण संयंत्र अभिकल्पित करण्यात आले.

वस्त्रनिर्मिति सफाई गिरणीतील अपशिष्ट आणि घरगुति वाहितमल यांच्या ४० ते ६० प्रतिशत् मिश्रणावर उपचार करण्यात ठिबकणारे निस्यंदक आणि उत्प्रेरिय अवमल, यांचा संयु–



आकृति २१–२ अपशिष्ट–जल उपचारण संयंत्राचा आरेखीय आराखडा; १) pH चे समायोजन केले जाते व सल्फाइडे काढून टाकली जातात; २) जवळ रंग–अपशिष्ट अवस्थापित अवमलाबरोबर संमिश्रित करण्यात येते; आणि ३) जवळ BOD खाली आणण्यासाठी ठिब–कणाऱ्या निस्यंदकांत संयुक्त अपशिष्टावर उपचार करण्यात येतात.

क्तपणे वापर करून यश मिळविण्यात आले आहे (४१). आणखी एका प्रयोगशाळेतील संशोधनावरून (७) आणि तुलनेने १०.५ इतका उच्च pH असताना, ठिबकणाऱ्या निस्यदनाने ५८ प्रतिशत् लघुकरण प्राप्त करता आले. या निष्कर्षावरून असे सूचित होते कीं, उदासीनीकरण न करता उच्च क्षारीय वाहितमल-अपशिष्ट मिश्रणावर जैवी उपचारण करणे संपूर्णपणे शक्य होऊ शकते; या कार्यपद्धतीमुळे उपचारणाची कार्यक्षमता कमी होण्याचा संभव आहे परंतु संबंधित नगरपालिका आणि उद्योगांनी करावयाच्या रसायनावरील खर्चात बरीच बचत होऊन त्याची भरपाई होईल. तसेच निस्यंदक निःस्त्रावातील pH (१०.५ पासून ९.१ पर्यंत) कमी झाल्यामुळे नंतरच्या कोणच्याही जैवी उपचारण-संचाची कार्यक्षमता बऱ्याच प्रमाणात वाढेल. म्हणून ठिबकणारे निस्यंदक " स्थूल स्वरुपाचे (roughing) अगर प्राथमिक उपचारण म्हणून किफायतशीरपणे वापरता येईल. ह्या प्रक्रियेने ४२ प्रतिशत् रंग निष्कासन होते हा इष्ट असा एक दुय्यम परिणाम आहे.

एका लहान विरंजन-कारखान्यातील अंतःस्त्रावाच्या pH ११४ व BOD ९५० ppm असणाऱ्या अपशिष्टावर उपचार करण्यासाठी, एका उदाहरणात संपूर्ण उत्प्रेरित-अवमल व्यवस्थेचा (६५) वापर करण्यात आला.

वस्त्रनिर्मिती गिरण्यातील अपशिष्टे कशी यशस्वीपणे हाताळता येतात त्यासंबंधी या उदाहरणावरून अभियंते आणि वस्त्रनिर्मिति संयंत्राच्या व्यवस्थापकांना अपशिष्ट निस्तारणाच्या आपल्या पद्धतीत सुधारणा करण्याचे प्रयत्न चालू ठेवण्यात उत्तेजन मिळेल.

संदर्भ :-

१ ॲलन, एल. ए., आणि जी, इ. ईडन, जर्नल ऑफ हायजीन ४४, ६, ५०८-५१७ (१९४६)

२ बॅटी, एछ. जी , 'टेक्स्टाईल वेस्ट ट्रीटमेंट', अमेरिकन डायस्टफ रिपोर्टर, २७, ५४४ (१९३८)

३ बॅसेट, एछ. एफ., ' सुपर फिल्ट्रेशन बाय डायलायसेस ' केमिकल आणि मेटॅलर्जिकल इंजनिअरिंग, ४५, ५, २५४ (मे १९३८)

४ बीच, सी. जे., व माल्कोल्म जी. बीच, ' ट्रीटमेंट ऑफ अल्कलाईन डाय वेस्ट्स वुइथ फ्ल्यू गॅस, ' ५ वी दक्षिण नागरीं आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही (एप्रिल १९५६) पा. १६२

५ बीचॅम, सी. सी., ' सम एक्सपेरिमेंट्स ऑन दि ट्रीटमेट ऑफ ए स्युवेज कंटेनिंग वूल स्कावरिंग रेफ्यूज, ' सव्हेअर, ७९, २०४२, ३३५ (मार्च १९३१)

६ वेसेलीव्हर ई. बी., ' इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेट, ' १ ली आवृति, न्यू यॉर्क, मॅक् ग्रॉहिल बुक कं. इन्कॉ., १९५२. पा. ११०, १११, १६६. १९३-१९६, २०९, २१२, २१३ ३१०, ३१७.

७ ' बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट ऑफ हायली अल्कलाईन टेक्स्टाईल मिल वेस्ट-स्युवेज मिक्श्चर, ' स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभाग, संशोधन अहवाल क्र. १, अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजनिअर्सची कार्यवाही, ८१, प्रबंध क्र. ७५० (जुलै १९५५)

८ बोग्रेन, जी. जी., ' ट्रीटमेंट ऑफ कॉटन फिनिशिंग वेस्ट लिकर्स, ' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४२, ४, ६१९ (एप्रिल १९५०).

९ बोग्रोन, जी. जी., ' वेस्ट ट्रीटमेट इन कॉटन फिनिशिंग प्लँट्स, ' अमेरिकन डाय-स्टफ रिपोर्टर, ३९. २०, ६६९, (ऑक्टोबर १९५०)

१० बोग्रोन, जी. जी. ' ट्रीटमेट ऑफ कॉटन फिनिशिंग वेस्ट्स अॅट दि सेल्स फिनिशिंग प्लँट्स इन्कॉ.' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स. २४, ८, ९९४ (ऑगस्ट १९५२)

११ ब्राऊन, जे. जे. ज्यू; 'ऑर्गनायझेशन ऑफ वेस्ट कंट्रोल प्रोग्रॅम इन दि टेक्स्टाईल इंडस्ट्री, ' २ऱ्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (मार्च १९५३) पा. १२८

१२ ब्राऊन, जे. जे. ज्यू; ' ब्लीचिंग अँड डाय हाऊस वेस्ट स्टडीज, ' अमेंरिकन डाय-स्टफ रिपोर्टस, ४४, १२, ३७९ (जून १९५५)

१३ ब्राऊन जे. जे. ज्यू , ' कंबाइन्ड ट्रीटमेट, टेक्स्टाईल वेस्ट अँड डोमेस्टिक स्युवेज, ' ६ व्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (एप्रिल १९५७,) पा. १७९

१४ ब्राऊन, के. एम; आणि एस, कर्टिस, ' सॉल्व्हड डिफिकल्ट वेस्ट प्रॉब्लेम, ' पेट्रो-लियम रिफायनर, २९, ८, १३१ (ऑगस्ट १९५०)

१५ बर्फोर्ड, एम. जी. एछ. एफ. बर्जर, आणि जे. डब्ल्यू. मॅसेली, ' टेक्स्टाईल वेस्ट्स, ए रिव्हयू. ' न्यू इंग्लंड, अंतर्प्रातीय जल प्रदूषण नियंत्रण आयोग, १९५०

१६ बर्फोर्ड, एम जी; एछ. एफ. बर्जर, आणि जे डब्ल्यू मॅसेली, 'ए सर्व्हे ऑफ ब्ध्री टेक्स्टाईल मिल्स इन कॉनेक्टिकट ' हॉल लॅबोरेटरी ऑफ केमिस्ट्री, वेस्लीन विश्वविद्यालय, मिडल टाऊन, कॉने., मे १९५१

१७ बर्फोर्ड, एम. जी; आणि जे. डब्ल्यू मॅसेली, 'ॲन ॲनॅलिटिकल अँड इन्व्हेंटरी सर्व्हे ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट्स फ्रॉम ए कॉनेक्टिकट कॉटन मिल,' हॉल लॅबोरेटरी ऑफ केमिस्ट्री वेस्लीन विश्वविद्यालय, मिडल टाऊन, कॉने. १९५३

१८ बर्फोर्ड, एम. जी. जे., डब्ल्यू. मॅसेली डब्ल्यू जे. स्नो, एछ. कॅबेल, आणि एफ. जे. डलीज (deluise) 'इंडस्ट्रियल वेस्ट सर्व्हेज ऑफ टू (two) न्यू इंग्लंड कॉटन फिनिशिंग मिल्स,' न्यू इंग्लंड अंतर्प्रांतीय जल प्रदूषण नियंत्रण आयोग, (जून १९५३)

१९ बस्वेल, ए. एम; आणि एछ एफ, म्युलर, 'ट्रीटमेंट ऑफ वूल वेस्टस,' ११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यु विश्वविद्यालय (में १९५६) पा. १६०

२० कॅबेल, एम. एस; 'डिस्पोजल अँड रिकव्हरी ऑफ टेक्स्टाईल वेस्ट्स' टेक्स्टाईल रिसर्च, ३, १०, ४९० (आक्टोबर १९३३) ४, १, २९ (नोव्हेंबर १९३३)

२१ कॅटलेट, जी. एफ; 'टेक्स्टाईल वेस्ट अँज रिलेटेड टू स्ट्रीम पोल्यूशन' नॉर्थ कॅरोलायना स्ट्रीम सॅनिटेशन अँड कॉन्झर्वेशन कमिटी १९४८

२२ कॉले, डब्ल्यू. ए आणि सी. सी. वेल्स, 'लगून सिस्टिम फॉर केमिकल सेल्यूलोज वेस्ट' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स. ४, ३, ३७ (मे १९५९)

२३ चेंबर्लेन, एन. एस. : ॲप्लिकेशन ऑफ क्लोरीन अँड ट्रीटमेंट ऑफ टेक्स्टाईल वेस्ट्स' ३ ऱ्या नागरी व औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही (मार्च १९५४) पा. १७६

२४ क्रिस्को, एछ. एफ; एम. व्हाईट, आणि एछ. जी. बेटी. 'दि इफेक्टस ऑफ प्रेसिपिटंट्स ऑन टेक्टाईल वेस्ट लिकर्स,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, ५, ४, ६७४ (जुलै १९३३)

२५ कोबर्न, एस. ई; 'ट्रीटमेंट ऑफ कॉटन प्रिंटिंग ॲन्ड फिनिशिंग वेस्ट्स' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४२, ४, ६२१ (एप्रिल १९५०)

२६ 'कॉटन वेस्ट्स,' ओहायओ नदीचे सर्वेक्षण, पुरवणी D युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक आरोग्य सेवा (१९४३) पा. ११०६

२७ कर्टिस, एछ ए. आणि आर. एल. कॉप्सन, 'ट्रीटिंग अलकलाईन फॅक्टरी वेस्ट लिकर्स, सच ॲज कियर लिकर फ्रॉम ट्रीटिंग कॉटन वुइथ कॉस्टिक सोडा' युनायटेड स्टेट्स एकस्व १८०२८०६, (एप्रिल २८, १९३१)

२८ डिकर्सन, बी. डब्ल्यू; 'ए सोल्यूशन टू दि कॉटन डीसायझिंग वेस्ट प्रॉब्लेम.' ४ थ्या दक्षिण नागरी व औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, मार्च–एप्रिल १९५५

२९ डिकर्सन, बी. डब्ल्यू; 'ए सोल्यूशन टू कॉटन सायझिंग प्रॉब्लेम; सोल्यूबल साय–झेस ४ थ्या दक्षिण नागरी व औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाला (प्रबंध) सादर केला. (एप्रिल १९५५)

३० डिकर्सन, बी. डब्ल्यू., ' ए सोल्यूशन टू दि कॉटन सायझिंग वेस्ट प्रॉब्लेम, ' इंड–स्ट्रियल वेस्टस, १, १, ९१० (सप्टेंबर–ऑक्टोबर १९५५)

३१ ' डाइंग ॲंड फिनिशिंग डेक्रॉन, ' ई. आय. डयूपॉंट ड नेमूर्स कं. विल्मिंग्टन, डेल. मार्च १६, १९५६

३२ एलरिज, ई. एफ ' इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट प्रॅक्टिस ' न्यूयॉर्क: मॅक् ग्रॉहिल बुक कं. इन्कॉ. १९५२, पा २३६, २३७, २३९–२४४, २४७, २४८, २५०–२६०, २६२, २६३, ३६३

३३ आयनॉन, डी. जे. ' ऑपरेशन ऑफ सेरीनी डायलाजर्स फॉर रिकव्हरी ऑफ कॉस्टिक सोडा सोल्यूशन्स कंटेनिंग हेमीसेल्यूलोज ' जर्नल ऑफ सोसायटी ऑफ केमिकल इंडस्ट्री (लंडन), ५२, २४, १७३ T–५T (जून १६, १९३३)

३४ फूट. के. ई. ' टू इंडस्ट्रियल वेस्ट प्रॉब्लेम्स ॲट न्यू हॅवन कॉन; ' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, १०, १३०५ (ऑक्टोबर १९५२)

३५ फ्रिस्क, पी. डब्ल्यू. ' इंडट्रियल वेस्ट प्रॉब्लेम्स इन दी रेयॉन इंडस्ट्री ' रेयॉन ॲंड सिंथेटिक टेक्टाईल्स ३०, ६, ५२ (जून १९४९)

३६ गेयर, जे. सी. व डब्ल्यू ए, पेरी ' टेक्स्टाईल वेस्ट ट्रीटमेट ॲंड रिकव्हरी ' टेक्स्टाईल फाऊंडेशन इन्कॉ; वॉशिंग्टन डी. सी. १९३६

३७ गुड, डब्ल्यू. बी. ' वेस्ट ट्रीटमेट कॉस्ट नीड नॉट बी एक्सेसिव्ह ' टेक्स्टाईल वर्ल्ड, १००, १, १०० (जानेवारी १९५०)

३८ गॅर्नहॅम, सी एफ ' प्रिन्सिपल्स ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट ' न्यू यॉर्क, जॉन वायली ॲंड सन्स, इन्कॉ. १९५५ पा. २६, ४५, ४७, ५०, ५८, ६७, ६८, ७२, १०३, १०४, १११, ११५, १२७, १४७, १७१, १८०, १८८, १९०, १९१, २०४, २०६, २०७, २१०, २१७, २१८, २२७, २२९, २३०, २३३, २३८, २४२, २५१, २५२, २६०, २९३, ३०५, ३०७, ३१०, ३३१, ३३८, ३५४, ३९०, ३९१

३९ गर्नहॅम, सी एफ. ' टेक्स्टाईल वेस्ट्स अबेटमेंट पॉलीसीज ॲंड प्रॅक्टिसेस ' ४ थ्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट समेलनाची कार्यवाही, (मार्च–एप्रिल, १९५५)

४० हार्ट, डब्ल्यू. बी. ' कॉटन ब्लीचिंग ॲंड डाइंग वेस्ट्स, ए स्पेसिफिक सोल्यूशन ॲंड ए जनरल प्रिस्क्रिप्शन ' इंडस्ट्रियल ॲंड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री ४९, ३, ८१ (ऑगस्ट–मार्च १९५५)

४१ हॅंझेन, आर ' पायलट प्लॅंट स्टडीज ऑन ट्रीटमेंट ऑन टेक्स्टाईल वेस्ट्स ॲंड म्युनिसिपल स्युवेज' ६ व्या दक्षिण नागरी व औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही (एप्रिल

१९५७) पा. १६१

४२ हेल्मर्स, ई. एम; जे. डी. फ्रान्स, ए. ई. ग्रीनबर्ग आणि सी. एन. सॉयर, न्यूट्रीशनल रिक्वायर्मेंट्स इन दी बायॉलॉजिकल स्टॅबिलायझेशन ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट्स ' स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल, वेस्ट्स २३, ७, ८८४ (जूलै १९५१)

४३ हेल्मर्स, आर. एन; जे. डी. फ्रान्स., ए. ई, ग्रीनबर्ग आणि सी. एन. सॉयर ' न्यूट्री–शनल रिक्वायर्मेंटस इन दी बायॉलॉजिकल स्टॅबिलायझेशन ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ६ व्या दक्षिण नागरी व औद्योगिक अपशिष्ट समेंलनाची कार्यवाही (फेब्रुवारी १९५१) पा. ३७६

४४ हेस, आर. डब्ल्यू. ' ऑर्गॅनिक केमिकल्स मॅन्युफॅक्चर्ड,' इंडस्ट्रियल अॅन्ड इंजिनिअ–रिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ४९४–४९८ (मार्च १९५२)

४५ हूव्हर, सी. आर. ' ट्रीटमेंट ऑफ लिक्विड वेस्टस फ्रॉम टेक्स्टाईल इंडस्ट्री ' इंड–स्ट्रियल अॅन्ड इंजिनिअरिंग केमिस्ट्री, ३१, ११, १३५३–१३५८ नोव्हेंबर १९३९

४६ हॉर्टन, आर. के. आणि एछ जी. बेटी, ' दि डिस्पोजल ऑफ टेक्स्टाईल वेस्टस वुइथ डोमेस्टिक स्युवेज ' टेक्स्टाईल रिसर्च जर्नल, १०, २ (मार्च १९३८)

४७ हॉवर्ड, ई. एफ; जी, डब्ल्यू ग्लिसन, एफ. मेरिफिल्ड, दि पोल्यूशनल कॅरेक्टर ऑफ फ्लेक्स रेटिंग वेस्टस, स्युवेज वर्क्स जर्नल ६. ४, ५९७ (जुलै १९३४)

४८ ह्यूजस, जे. डल्यू. ' इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट अॅट ए व्हिकोज रेयॉन फॅक्टरी ' सर्व्हेअर, ११०, ३११८, ७८१ (डिसेंबर १९५१)

४९ हुट्टो, जी. आणि एस. वुइल्यास, 'पायलट प्लॅंट स्टडीज ऑफ प्रोसेसिंग वेस्ट्स ऑफ कॉटन टेक्स्टाईल्स, ९ व्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्य–वाही, (एप्रिल ७, १९६०)

५० ' इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड टू कॉटन इंडस्ट्री ' युनायटेड स्टेट्सची ७८ वी कॉंग्रेस, १ ले अधिवेशन, गृह कागदपत्र २६६, पुरवणी D, परिशिष्ट V, पा. ११०२, ११२४, १९४३

५१ इंगॉल्स, आर. एस. ' टेक्स्टाईल वेस्ट प्रॉब्लेम्स ' स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ३०, १०, १२७३ (ऑक्टोबर १९५८)

५२ जेकब्स, एछ. एल; ' रेयॉन वेस्ट रिकव्हरी अॅण्ड ट्रीटमेंट, स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ३, २९६ (मार्च १९५३)

५३ जंग, एछ. ' प्यूरिफाय वॉटर ' फ्रेंच एकस्व ७६७५८६, (जुलै २०, १९३४)

५४ जंग, एछ. ' केमिकल ट्रीटमेंट ऑफ स्युवेज ' (Gesundheits Ingenieur), ६९ (१९४८) पा. ३०५

५५ केहरेंन, एम. आणि एछ. डेंक्स ' ट्रीटमेंट ऑफ डाय पेस्ट वेस्ट वुइथ आयर्न,' (Fachorgan fiir Textilveredung) (जर्मन) ८, १, १-८ (जानेवारी १९५३)

५६ किंग, जे: सी; ' ए सोल्यूशन टू हायली अल्काईन टेक्स्टाईल डाय वेस्ट्स-फ्ल्यू गॅस ट्रीटमेंट ' ४ थ्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (एप्रिल १९५५)

५७ कर्क, आर. ई. आणि डी. एफ ऑथ्मर ' एन्सायक्लोपीडिया ऑफ केमिकल टेक्नॉ–लजी ' खंड ५, न्यू यॉर्क: इंटरसायन्स पब्लिकेशन्स इन्कॉ. १९५०

५८ ली. जे ए. 'कॉस्टिक सोडा रिकव्हरी इन दी रेयॉन इंडस्ट्री,' केमिकल अँड मेटॅल–जिकल इंजिनिअरिंग, ४२, ९, ४८० (सप्टेंबर १९३५)

५९ लोवट एल. ई. ' ॲप्लिकेशन ऑफ ऑस्मॉसिस टू रिकव्हरी ऑफ कॉस्टिक सोडा सोल्यूशन्स कंटेनिंग हेमीसेल्यूलोज इन रेयॉन इंडस्ट्री' ट्रॅन्झॅक्शन्स ऑफ इलेक्ट्रो केमिकल सोसायटी, ७३, (एप्रिल १९३८) पा. १६३

६० लड्विग आर. जी. आणि एछ. एफ. लडविग ' न्यूट्रलायझेशन ऑफ ॲसिड फेल्ट प्रोसेसिंग वेस्ट ' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, १०, १२४८ (आक्टोबर १०५९)

६१ मॅक्कार्दी, जें. ए. ' दी टेक्स्टाईल इंडस्ट्री अँड स्टीम पोल्यूशन ' अमेरिकन डाय-स्टफ रिपोर्ट ३९, ९२, ७३२ (ऑक्टोबर १९५०)

६२ मॅककार्दी, जे ए. ' व्हॉट डू यू नो अबाऊठ टेक्स्टाईल वेस्ट्स ' १ ल्या दक्षिण नागरी व औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (मार्च १९५२) पा. ९१

६३ मॅककार्दी, जे. ए. ' यूज ऑफ कॅल्शियम क्लोराईड इन दी ट्रीटमेंट ऑफ इंडस्ट्रि-यल वेस्ट्स ' स्युवेज अँड इडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ४, ४७३ (एप्रिल ०९५२)

६४ मॅककार्दी, जे. ए. ' रिडयूसिंग टेक्स्टाईल वेस्ट प्रॉब्लेम्स बाय यूजिग स्टार्च सब–स्टिटयूट्स, ' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, ३, ३३४ (मार्च १९५६)

६५ मॅककिनी, आर. ई; जे एम. सायमंडस, डब्ल्यू जी. शिश्रीन व एम वेझीना ' डिझाईन अँड ऑपरेशन ऑफ ए कंप्लीट मिक्सिग ॲक्टिव्हेटेड स्लज सिस्टिम, ' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, ३, २८७ (मार्च १९५८)

६६ भार्ग्यूलिम, पी. एछ. ' व्हर्सटॅलिटी ऑफ हायड्रोजन पेरॉक्साईड ' टेक्स्टाईल इंडस्ट्रीज, ११८, ५, १११, (मे १९५४)

६७ मार्श, जे. टी. ' अॅन इंट्रोडक्शन टू टेक्स्टाईल फिनिशिग ' न्यूयॉर्कः जॉन वायली अॅंड सन्स, इन्कॉ. १९५१

६८ मॅसेली, जे. डब्ल्यू; व एम. जीं. बर्फोर्ड, ' पोल्यूशन सोर्सेस इन वूल स्कावरिंग अॅंड फिनिशिंग मिल्स अॅंड देअर रिडक्शन थ्रू प्रोसेस केमिकल चेंजेस ' न्यू इंग्लंड आंतरराज्य जल प्रदूषण नियंत्रण आयोग, (जून १९५४)

६९ मॅसेली, जे. डब्ल्यू; व एम. जी. बर्फोर्ड, ' पोल्यूशन रिडक्शन इन कॉटन फिनि-शिग वेस्ट्स थ्रू प्रोसेस केमिकल चेंजेस ' स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २६, ९, ११०९ (सप्टें-बर १९४४)

७० मॅसेली, जे. डब्ल्यू, व एम. जी. बर्फोर्ड, ' पोल्यूशन रिडक्शन प्रोग्रॅम फॉर दी टेक्स्टाईल इंडस्ट्री ' स्युवेज अॅड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २८, १०, १२७३ (ऑक्टोबर १९५६)

७१ मॅसेली जे. डब्ल्यू, एन डब्ल्यू. मॅसेली व एम. जी बर्फोर्ड 'ए सिंप्लिफिकेशन ऑफ टेक्स्टाईल वेस्ट सर्व्हे अॅंड ट्रींटमेंट, न्यू इंग्लंड आंतरराज्य जल प्रदूषण नियंत्रण आयोग (जुलै १९५९)

७२ मॉर्सबर्जर, एछ आर. ' मॅथ्यूज टेक्स्टाईल फायबर्स ' न्यू यॉर्कः जॉन वायली अॅंड सन्स इन्कॉ. १९४८

७३ मॉर्सबर्जर एछ. आर, ' अमेरिकन हॅंडबुक ऑफ सिंथेटिक टेक्स्टाईल्स ' न्यू यॉक टेक्स्टाईलबुक पब्लिशिंग १९५२

७४ मेरिल, जी. आर; ए. आर. मॅकोमॅक, व ए. आर. मॉसेबर्जर ' अमेरिकन कॉटन हॅंडबुक ' २ री आवृत्ति, १९४९

७५ माईल्स, एछ. जे. व आर. पोर्जेस ' ट्रीटमेंट ऑफ सल्फरडाय वेस्टस बाय अॅक्टि-व्हेटेड स्लज प्रोसेस ' स्युवेज वर्क्स जर्नल, १०, २, ३२२ (मार्च १९३८)

७६ माईल्स, एछ. जे. व आर. पोर्जेस ' टेक्स्टाईल वेस्ट स्टडीज इन नॉर्थ कॅरोलायना' अमेरिकन डायस्टफ रिपोर्टर, २७, २०, ७३६ (डिसेंबर ९९३८)

७७ मॅर्डोक, एछ. आर. ' स्ट्रीम पोल्यूशन अॅलीव्हेटेड प्रोसेसिंग सल्फर डाय वेस्ट्स ' इंडस्ट्रियल अॅड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री ४३, ८, ७७अ (ऑगस्ट १९५१)

७८ नीज, जी. एम. ' ट्रीटमेंट ऑफ व्हिस्कोज रेयॉन वेस्ट्स ' १४ व्या औद्योगिक अप-शिष्ट संमेलनाची कार्यवांही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५९) पा. ४५०

७९ नेमेरो, एन. एल; ' टेक्स्टाईल डाय वेस्ट्स ' १ ल्या दक्षिण नागरी व औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाहीं, (मार्च १९५२) पा. १६५

८० नेंमेरो, एन. एल. ' टेक्स्टाईल डायवेस्ट्स ' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२) पा. २८२

८१ नेमेरो, एन. एल. ' टेक्स्टाईल डाय वेस्ट्स ' केमिकल एज. ६६, १७१८, ८८७ (जून १९५२)

८२ नेमेरो, एन. एल. ' ऑक्सिडेशन ऑफ कॉटन कियर वेस्ट्स ' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ९, १०६० (सप्टेंबर १९५३)

८३ नेमेरो, एन. एल. ' ऑक्सिडेशन ऑफ एन्झाइम डिसाईझ अँड स्टार्च रिन्स' टेक्स्टाईल वेस्ट्स, ' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स २६, १०, १२३१ (आक्टोबर १९५४)

८४ नेमेरो, एन. एल. ' होल्डिंग अँड एरिएशन ऑफ कॉटन मिल फिनिशिंग वेस्ट्स ' ५ व्या दक्षिण नागरी व औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (एप्रिल १९५६) पा. १४९

८५ नेमेरो, एन. एल. ' कलर अँड मेथडस फॉर कलर रिमूव्हल ' ११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९५६) पा. ५८४

८६ नेमेरो, एन. एल व डब्ल्यू आर. स्टील, ' डायलायसीस ऑफ कॉस्टिक टेक्स्टाईल वेस्ट्स ' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९५५) पा. ७४

८७ औद्योगिक अपशिष्टावरील न्यू इंग्लंड संमेलनाचा अहवाल ' वेस्ट डिस्पोजल प्रेडिकॅमेंट्स डायलेमा इन न्यू इंग्लंड इंडस्ट्री ' केमिकल अँड इंजनिअरिंग न्यूज, २८, २३, २३४२ (जुलै १९५०)

८८ पामर, सी. डब्ल्यू. ' वूल स्कावरिंग वेस्ट्स ' ट्रँझॅक्शन्स ऑफ अमेरिकन इन्स्टिट्यूट ऑफ केमिकल इंजनिअर्स, १२. भाग १, १९१९. पा. ११३

८९ फिलिप्स, आर. डब्ल्यू. - टेक्स्टाईल्स अँड दि केमिकल इंडस्ट्री ' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, २७, ३, ४३७ (मार्च १९५५)

९० पोर्जेस, आर; आर. के. हॉर्टन आणि एछ. जी. बेटी, ' टेक्स्टाईल वेस्टस अँड स्टडीज ऑफ pH कंट्रोल ' स्युवेज वर्क्स जर्नल ११, ५, ८२८ (सप्टेंबर १९३९)

९१ पोर्जेस आर; आर. के हॉर्टन व एछ. बी. गोटास ' केमिकल प्रेसिपिटेशन ऑफ सल्फर डाय वेस्ट ऑन ए पायलट प्लँट स्केल ' स्युवेज वर्क्स जनरल १३, २, ३०८ (मार्च १९४१)

९२ प्रोकॉप्ट, जे. व जी. ई. शेफर ज्यू ' सोल्यूशन्स ऑफ सम वॉटर अँड वेस्ट ट्रीटमेंट प्रॉब्लेम्स, ' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, २, ९६३ (नोव्हेंबर-डिसेंबर १९५५)

९३ ऱ्होड आयलंड विभाग, नाला प्रदूषण उपसमिती, अमेरिकन असोसिएशन ऑफ

टेक्स्टाईल केमिस्ट्स अँड कलरिस्ट्स ' दी BOD ऑफ टेक्स्टाईल केमिकल्स ' अमेरिकन डायस्टफ रिपोर्टस ४४, १२, ३८५ (जून १९५५)

९४ रॉबर्टस सी. बी. व एछ. टी. फरास ' दी ट्रीटमेंट ऑफ गेशस अँड लिक्विड एफ्ल्युअंट्स अटेंडंट इन प्रोडयूसिंग व्हिस्कोज सेल्यूलोज फिल्म ' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स १, ८, २८२ (नोव्हेंबर–डिसेंबर १९५६)

९५ रोटमन ई. टी ' स्ट्रीम पोल्यूशन कंट्रोल अॅट फ्रंट रॉयल, व्हा, रेयॉन प्लँट ' सदर्न पॉवर अँड इंडस्ट्री ६२, २, ८६ (ऑगस्ट १९४४)

९६ रॉटमन, ई. टी. ' व्हिस्कोज रेयॉन मॅन्युफॅक्चरिंग वेस्ट्स अँड देअर ट्रीटमेंट ' वॉटर वर्क्स अँड स्युवरेज, ९१. ७, २६५-२६८ जुलै १९४४; ९१, ८, २९५–२९९ (ऑगस्ट १९४४)

९७ रुडॉल्फ डब्ल्यू 'इंडस्ट्रियल वेस्ट डेव्हलपमेंटस' स्युवेज वर्क्स जनरल ९, ५, ९९८ (सप्टेंबर १९३७)

९८ रायडर, एल. डब्ल्यू. ' दी डिझाईन अँड कन्स्ट्रक्शन ऑफ दी ट्रीटमेंट प्लँट फॉर वूल स्कावरिंग अँड डाइंग वेस्ट्स अॅट मॅन्युफॅक्चरिंग प्लँट, ग्लॅस्गो व्हा. ' जर्नल ऑफ बॉस्टन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजनिअर्स ३७ (एप्रिल १९६०) पा. ३५९

९९ सँडो, आर डी. ' दी ट्रीटमेंट ऑफ झेफ्रॅन फायबर वेस्ट्स ' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (में १९६०) पा. ३५९

१०० स्नेल एफ. डी. ' ट्रीटमेंट ऑफ रेयॉन बॉईल–ऑफ वेस्ट ' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री २९, १२, १४३ (डिसेंबर १९३७)

१०१ स्नायडर डी. एल. ' पोल्यूशन कंट्रोल इन दी टेक्स्टाईल इंडस्ट्री बाय प्रोसेस चेंज ' २ ऱ्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही (मार्च १९३३) पा. १३६

१०२ स्नायडर, डी. डल्यू. ' कॉटन स्लॅशिंग वुइथ सिंथेटिक कंपौंडस अॅज ए मीन्स टोवर्डस पोल्यूशन अबेटमेंट ' अमेरिकन डायस्टफ रिपोर्टस ४४, १२, ३८२ (जून १९५५)

१०३ स्नायडर, डी. डल्यू. ' पोल्यूशन अबेटमेंट रिझल्टिग फ्रॉम दी प्रॅक्टिकल यूज ऑफ सिंथेटिक कांपौंड्स इन स्लॅशिंग ' ५ व्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (एप्रिल १९५६) पा. १५७

१०४ साऊदर आर. एछ. ' रिसर्च इन टेक्स्टाईल वेस्ट प्रॉब्लेम्स ' १ ल्या दक्षिण नागरी व औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (मार्च १९५२) पा. १०२

१०५ साऊदर, आर. एछ. ' इन-प्लँट प्रोसेस कंट्रोल फॉर दी रिडक्शन ऑफ वेस्ट्स ' अमेरिकन डायस्टफ रिपोर्टर, ४२, २०, ६५६-६५८ (सप्टेंबर १९५३)

१०६ साऊदर, आर. एछ. ' ए टूल दॅट मेक्स डाइंग ईझिअर ' टेक्स्टाईल इंडस्ट्रीज ११७ (डिसेंबर १९५३) पा. १२४

१०७ साऊदर, आर. एछ; व टी. ए. आल्सपौघ ' बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट मिक्चर्स ऑफ हायली अल्काईन टेक्स्टाईल मिल वेस्ट अँड स्युवेज ' अमेरिकन डायस्टफ रिपोर्टर ४४, १२, ३९०-३९१ (जून १९५५)

१०८ स्पील, एछ. सी. ' टेक्स्टाईल केमिकल्स अँड ऑक्झिलिअरीज ' न्यू यॉर्कः राइन होल्ड पब्लिशिंग कॉर्पो. १९५२ पा. २४

१०९ स्टॅफोर्ड, डब्ल्यू व एछ. जे. नॉर्थफ, ' दी BOD ऑफ टेक्स्टाईल केमिकल्स ' अमेरिकन डायस्टफ रिपोर्टर ४४, ११, ३५५, (मे १९५५)

११० स्टील, डब्ल्यू. आर. ' ॲप्लिकेशन ऑफ फ्ल्यूगॅस टू दी डिस्पोजल ऑफ कॉस्टिक टेक्स्टाईल वेस्टस ' ३ ऱ्या दक्षिण नागरी व औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (मार्च १९५४)

१११ स्टील, डब्ल्यू. आर. व जे. व्ही. मॅकमेंहॉन ' डिस्पोजल ऑफ कॉस्टिक लिकर फ्रॉम टेक्स्टाईल इंडस्ट्री ' युनायटेड स्टेटस एकस्व २६३२७३२, (मार्च २४, १९५३)

११२ स्ट्रीम सॅनिटेशन कमिटी ऑफ पिडमाँट सेक्शन, अमेरिकन असोसिएशन ऑफ टेक्स्टाईल केमिस्टस अँड कलरिस्टस ' बिब्लिऑग्रफी ऑफ टेक्स्टाईल वेस्टस ' अमेरिकन डाय-स्टफ रिपोर्टर, ४४, ६, १५८ (मार्च १९५५)

११३ ' सिपोझिअम ऑन वेस्ट डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स ऑफ सदर्न टेक्स्टाईल मिल्स ' अमेरिकन डायस्टफ रिपोर्टर ४४, १२, ३७९ (जून १९५५)

११४ टेलर डब्ल्यू एछ. ' अल्कोहोल एक्स्ट्रॅक्शन ऑफ वूल वेस्ट्स ' **सॅनिटॉक** २ (१९५४) पा. २५

११५ टेलर, ई. एफ; जी. सी. ग्रॉस, सी. ई. जोन्स, व आर. एफ. रॉशेल्यू ' बायकेमिकल ऑक्सिडेशन ऑफ वेस्टस फ्रॉम दी न्यू प्लँट फॉर मॅन्युफॅक्चरिंग ऑर्लॉन ॲट वेनेसबरो, व्हा; ' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (में १९६०) पा. ५०८

११६ ' टेक्स्टाईल वेस्टस-ए रिव्ह्यू १९३६-१९५० ' न्यू इंग्लंड आंतरराज्य जल-प्रदूषण नियंत्रण आयोग, हॉल लॅबोरेटरी ऑफ केमिस्ट्री, वेस्लियन विश्वविद्यालय, मिडल टाऊन कॉन; (डिसेंबर १९५०)

११७ ' टेक्स्टाईल वेस्टस अँज रिलेटेड टू स्ट्रीम पोल्यूशन ' नॉर्थ कॅरोलायना स्टेट स्ट्रीम सॅनिटेशन अँड कॉंझर्व्हेशन कमिटी (१९४८), पा. १८९

११८ थॉर्नटन, एछ. ए. व जे आर. मॉर्स, ' अॅडसॉर्बंटस इन वेस्ट वॉटर ट्रीटमेंट, डाय अॅब्सॉर्प्शन अँड रिकव्हरी स्टडीज ' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस २३, ४, ४९७ (एप्रिल १९५१)

११९ ' ट्रीटमेंट ऑफ अल्कलाईन सल्फर डाय वेस्टस वुइथ फ्ल्यू गॅस ' रिसर्च रिपोर्ट नं. ८ जर्नल ऑफ सॅनिटरी इजनिअरिंग डिव्हिजन ८२, SA_5, १०७८ (आक्टोबर १९५६)

१२० टर्नबुल, एस. जी. ज्यू; ' वेस्ट् प्रॉब्लेम्स असोशिएटेड वुइथ दी डाइंग अँड फिनिशिंग ऑफ सिंथेटिक फायबर्स ' ५ व्या दक्षिण नागरी व औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (एप्रिल १९५६) पा. १७०

१२१ ' व्हिस्कोज रेयॉन मॅन्युफॅक्चरिंग वेस्ट्स अँड देअर ट्रीटमेंट वॉटर वर्क्स अँड स्युवेज ९१, ५, २६५ (जुलै १६४४); ९१, ८, २९५ (ऑगस्ट १९४४)

१२२ व्हॉलरॉथ, एछ. बी. ' अॅप्लाइंग डायलायसिस टू कोलाईडक्रिस्ट लॉईड सेपरेशन्स ' केमिकल अँड मेटॅलर्जिकल इंजिनिअरिंग, ४३, ६, ३०३–३०६ (जून १९३६)

चर्मकार्यालयातील अपशिष्टे

बीमगृह व टॅनिंग आवारांतील कातडी कमावण्याच्या कारखान्यातल्या अपशिष्टांचा उद्भव होतो. बीमगृहात मुखण मांस निष्कासन, धावन, केशकर्तन, चुना विपाटन (sptitting) बेटिंग, अम्लमार्जन आणि ग्रीज निष्कासन ही कामे करण्यात येतात. टॅनिंगच्या आवारात कातडे रंगवून सफाई करण्याच्या पूर्व तयारीच्या प्रक्रिया पुऱ्या केल्या जातात. या प्रक्रियात वनस्पति अगर क्रोम टॅनिंग, केशकर्तन आणि सफाईचा अंतर्भाव असतो. सफाई कामात विरंजन, भरणी (stuffing), द्रवीकरण आणि रंगविण्याचा समावेश असतो. टॅनरीतील अपशिष्ट–प्रस्त्राव प्रक्रियाकृत ओल्या खारवलेल्या दर हजार पौंड चमड्यात सरासरी ८ते १२ हजार गॅलन असतो. त्यात सरासरी ८००० ppm एकूण घनपदार्थ १५०० ppm बाष्पशील (सेंद्रिय) घनपदार्थ, १००० ppm प्रथिने ३०० ppm $NaCl$ १६०० ppm एकूण काठिण्य, १००० ppm सल्फाइड ४० ppm क्रोमियम, ६० ppm अमोनियम नायट्रोजन, व १०० ppm BOD असतो. अपशिष्टात pH ११ ते १२ च्या दरम्यान असतो व चुना आणि सोडियम सल्फाइड ही द्रव्ये असल्याने सामान्यपणे त्यात ५ ते १० प्रतिशत अवमलाचे सांद्रण होते. अपशिष्टाच्या सामान्यतः स्वीकृत कार्यपद्धतीत समानीकरण अवसादन, ठिबकणारे निस्यंदन अथवा 'उत्प्रेरित अवमल उप-

धारण करण्यात येते. या शेवटील जैवी उपचारणामुळे ८५ ते ९५ प्रतिशत BOD व १०० प्रतिशत सल्फाइडे कमी होतात.

२१-४. चर्मकार्यालयातील अपशिष्टांचा उद्‌भव व गुणधर्म-

जनावरांच्या कातडीच्या चमड्यात परिवर्तन करण्याच्या प्रक्रियेस चर्मकार्य (tanning) म्हणतात. जनावराच्या कातडीच्या घडणीविषयीच्या तपशीलवार विवरणासाठी वाचकांनी मसेली व इतरांचे लिखाण पहावे (३२). कातडीतील बहुतेक शुष्क द्रव्ये पूर्ण प्रथिने असतात व त्यापैकीं ८० टक्के कोलॅजेन असते. कातडीत अल्प प्रमाणात लायपिड (चरबी) अल्ब्युमिन (पांढरे बलक) ग्लाब्यूलीन, आणि कार्बोहायड्रेट्स सुद्धा असतात. कातडीतील (मुख्यत: कोलॅजेन) प्रथिनाची, सर्व अनिष्ट अपद्रव्ये निघून जातील आणि स्वीकार्य अवस्थेत कोलॅजेन राहील अशा तऱ्हेने तयारी करण्यासाठी प्राथमिक प्रक्रियांचे अभिकल्पन करण्यात येते. त्यामुळे चर्मकार्यात वापरलेल्या टॅनीन व क्रोमियमचे अवशोषण होते. **मुरवण** - प्रोटिओलायटिक एन्झाईमचे होणारे आक्रमण (degradation) थांबविण्याकरता लवणाने अथवा हवेने शुष्कन करून कातडीचे निर्जलीकरण करण्याशी मुरवणाचा संबंध असतो. **मांस निष्कासनाने** (fleshing) कातडी-तील अवकाशी (चरबीयुक्त) उतकांचे (arestar tissues) यंत्र सहाय्याने निष्कासन करण्यात येते. **धावनाने आणि भिजविण्याने** घाण, लवणे, रक्त, खत व तंतुरहित प्रथिने निघून जातात आणि परिरक्षण (preservation) व साठवणाच्या काळात नाहीशी झालेली आर्द्रता पुन:प्राप्त होते. चुन्याचा सोडियम सल्फाइडसह अथवा त्याच्या शिवाय वापर करून **विकेशन** (unhairing) साध्य करता येते. ह्या प्रक्रियेमुळे चामडे अधिक आकर्षक बनते व शेष प्रोटीन अपद्रव्याच्या निष्कासनासाठी अधिक प्रभाव्य (amenable) होते. **चुना विघटनामुळे** कातडीचे दोन थरात विभाजन होते. एक अधिक मौल्यवान पोत असलेला थर आणि दुसरा खालचा अथवा मांसाच्या बाजूकडील त्याला " **पाटन** " (split) म्हणतात. **बेटिंग** pH चे लघुकरण करून फूग कमी करून, तंतूचे अपलयन (peptizing) करून आणि प्रथिनी-अवक्रमण (protein degradation) पदार्थांचे निष्कासन करून **बेटिंग** ने चामडे तयार केले जाते. अमोनियम लवणे व बाजारी पद्धतीने तयार केलेल्या एन्झाइमच्या (प्रामुख्याने ट्रिप्सीन व केमोट्रायाप्सीन) मिश्र-णांचा वापर करून बेटिंग सामान्यत: साध्य केले जाते. बेटिंग स्नानामुळे पोत रेशमासारखा, सळसळीत (slippery) अधिक नरम व अधिक सच्छिद्र बनतो; त्याची रुंदी वाढते व सुर-कुत्या कमी होतात. **अम्ल मार्जन** (pickling) क्रोम टॅनिंगच्या, अगोदर करण्यात येते आणि चमड्याच्या तंतूवर क्रोमियमच्या लवणांचे अवक्षेपण होण्यास प्रतिबंध व्हावा म्हणून चमड्या-वर लवण व अम्लाचे उपचारण करण्याचाही अम्लमार्जनाशी संबंध येतो. **ग्रीज हरण** करण्या-

मुळे नैसर्गिक ग्रीज (चरबी) नाहीसे होते आणि त्यामुळे धात्वीक साबण बनण्यास प्रतिबंध होतो व टॅनिग-द्रवाचा अधिक समप्रमाणात चमड्यात शिरकाव होतो.

क्रोम टॅनिग प्रामुख्याने अत्यंत हलक्या (light) चमड्याकरता वापरण्यात येते तर वनस्पति टॅनिग चमड्याच्या अत्यंत अवजड वस्तूंच्याकरता अजूनही पसंत केले जाते. क्रोमटॅनिंगची प्रक्रिया अल्प कालावधीचीं असते आणि अधिक प्रतिरोधक चामडे त्यामुळे तयार होते. अधिक पुष्ट, जाड, हत्यार काम अधिक सुलभपणे करता येईल आणि उमठरेखनातील फरक (emboss) करता येईल असे, आणि घामामुळे अगर आर्दतेमुळे कमी परिणाम होणारे चामडे वनस्पति-टॅनिगमुळे तयार होते. युनायटेड स्टेटमध्ये वनस्पति – टॅनिगमध्ये मुख्यतः क्वेब्रॅशो (quebracho) आणि चेस्टनट लाकडाचा अर्क वापरण्यात येतो. प्रथम पातळ Na_2Co_3 आणि नंतरH_2So_4ने **विरंजन** केल्यामुळे चमड्याला फिकट व अधिक एकसारखा रंग ते रंगविण्यापूर्वी प्राप्त होतो. टॅन केलेल्या चमड्यात तेले आणि ग्रीजचा समावेश करण्याच्या प्रक्रियेस **भरणी** (stuffing) व **चरबी द्रवण** (fat-liquoring) म्हणतात व त्यामुळे नरम, आनम्य (pliable), आणि फाटून जाण्यास प्रतिरोध होईल असे चामडे तयार होते. अंतिम रंग दिलेल्या चामड्याच्या वस्तू निर्माण करण्याकरता सामान्यपणे मूलभूत रंग द्रव्यांनी **रंगकाम** करण्यात येते

निथळणांचा (rnses) समावेश असलेल्या समानीकृत टॅनरी अपशिष्टात उच्च प्रमाणात (६ ते ८ हजार ppm) एकूण घनपदार्थ असतात. त्यापैकी अंदाजे निम्मे (३००० ppm) NaCl असते. त्यात सुमारे ९०० ppm BOD, १६०० ppm एकूण काठिण्य, १२० ppm सल्फाईड, १००० ppm प्रथीन आणि ३० ते ७० ppm क्रोमियम असते

औद्योगिक अपशिष्ट अभियंत्याच्या दृष्टीने, उच्च BOD, काठिण्य सल्फाईड, क्रोमियम, आणि अवमल अंश, महत्वाचे असतात. टॅनरीतील येणाऱ्या कातडीच्या प्रत्येक पौंडास हे अपशिष्ट सुमारे एक गॅलन असते मॅसेली व इतरांनी (३२) असेही म्हटले आहे कीं, दर १००० पौंड ओल्या, नमकीन कातडीत ७६ पौंड BOD भारण असते. ,यातील ५२% चिकेशी अपशिष्टात, २०% भिजवण्यात आणि १३% चुना काढून टाकलेल्या व बेट अपशिष्टात प्रस्त्रावित होते. आंतरायिक (intermittent) ओतवण (dump) प्रस्त्रावामुळे टॅनरी अपशिष्टातील स्वभावधर्मांत व्यापक प्रमाणात चढ उतार होतात; त्यामुळे ह्या अपशिष्टावर विशेषतः नागरी वाहितमलाशी मिश्रण झाल्यास उपचार करणे अवघड जाते. कातडीतून निष्कर्षित केलेले प्रथिन व अन्य द्रव्य ५० ते ७०% BOD भारण निर्माण करतात असा अंदाज आहे, आणि प्रक्रिया रसायने अंदाजी ३० ते ५० टक्के BOD भारण निर्माण करतात.

बऱ्याच टॅनरी अपशिष्टांची बनावट आणि देणगीं (contribution), मॅसेली व इतरांच्या (३२) शोधास अनुसरून को. २१–१० व २१–११ सादर केली आहेत. को. २१–१२ त जनावरांच्या कातडीच्या टॅनरीतील प्रक्रिया–रसायनांचा वार्षिक खप दिला आहे; त्यात इतर बाबींच्याबरोबर मुरवण लवणासहीत एकूण प्रक्रिया रसायनें, १४०८०००० पौंड अथवा कातड्यांच्या वजनाच्या सुमारे ६१ टक्के दर वर्षी वापरण्यात आल्याचे दिसून आले. ह्या रसायनांच्यापैकी टॅनरीत आणलेल्या दर हजार पौंड कातड्यांच्याकरता सुमारे ७१ टक्के अगर ४४० पौंड रसायने अपशिष्टातील प्रस्त्रावित करण्यात येतात. अपशिष्टातील रसायनांच्या घटकांत ५७ टक्के लवण असते.

२१–५. चर्मकार्यातील अपशिष्टांवरील उपचार –

१९५२ मध्ये युनायटेड स्टेटमध्ये ४४३ चर्मकार्यालये होती; त्यापैकी ६० टक्के कार्यालये उत्तरपूर्व भागात होती (२) बहुतेक कार्यालयात टॅनरीं–अपशिष्टावरील उपचारण समानीकरण आणि अवसादनापुरतेच मर्यादित होते. तथापि कांही प्रमाणात रासायनिक किलाटन व अवमल पाचनाचाही अवलंब करण्यात येतो. तीव्र द्रव्यातील आंतरायिक ओतवण प्रस्त्रावाच्या (dump discharge) अपशिष्टातील बनावटीत होणारे व्यापक अदलबदल कमी राहण्यासाठी समानीकरणाची आवश्यकता असते आणि अपशिष्टातील अवमलाची राशि मोठी (५ ते १० टक्के) असल्यामुळे अवसादनाची गरज असते. जर दुय्यम उपचारणाची गरज भासली तर ठिबकणारे निस्यंदक व उत्प्रेरित अवमल व्यवस्थेचा उपयोग करता येईल. त्यामुळे BOD चे ८५ ते ९५ टक्के लघुकरण करण्यासाठी ९.० पर्यंत pH कमी करता येतो व २०० ppm इतकी तीव्रता कमी होते. अन्य अपशिष्टांशी झालेल्या संपर्कांचा परिणाम असणाऱ्या अपशिष्टापासून उद्भवणाऱ्या H_2S ला प्रतिबंध करावा. जेव्हा टॅनरी–अपशिष्ट नागरी उपचारण संयंत्रात सोडण्यात येते तेव्हा केस व मांसकण (fleshings) (सामान्यतः गाळून) काढून टाकण्याची तरतूद केली पाहिजे आणि मलवाहिनीत पापुद्रे सांचण्याचे टाळले पाहिजे.

टॅनरी–अपशिष्टांच्या उपचारणावर तीन विस्तृत अभ्यास करण्यात आले आहेत. चर्म–रसायनज्ञांच्या संघटनेने नाला प्रदूषणावर केलेले सर्वेक्षण हा पहिला अभ्यास आहे (३) त्यात असे आढळून आले कीं, अहवालातील सर्वच्यासर्व ३२ संयंत्रानी प्राथमिक अवसादनाचा उपयोग केला पण फक्त ५ संयंत्रानीच दुय्यय उपचारण वापरले. अपयुक्त टॅन खांजणात साठवला आणि फक्त ५ संयंत्रानी जेव्हा नाल्यातील प्रवाह उच्च होता तेव्हा त्यात तो सोडून दिला. जरी युनायटेड स्टेटस स्वास्थ्यसेवेने (१९) संयुक्त टॅनरी अपशिष्टांकरता वापरण्यासाठी रासायनिक अवक्षेपणाची शिफारस केली असली तरी एका संयंत्रावरच फक्त रासायनिक अवक्षेपण उपयो–

गात आणल्याचे अथवा आपला निःस्त्राव निस्यंदक थरातून सोडला असल्याचे सर्वेक्षणात दिसून आले.

पेन्सिल्व्हानियाच्या टॅनरी अपशिष्ट–निस्तारण समितीला असे दिसून आले कीं, अपशिष्टाच्या मिश्रण आणि अवसादनामुळे तरंगणारे घनपदार्थ ८५ टक्के व BOD ४० टक्के निष्कासित झाले. ह्या समितीने अशी शिफारस केली कीं, प्रथम किमान ८ तास समानीकरण आणि अवसादन करावे आणि नंतर ठिबकणारे निस्यंदन व अवस्थापन करण्यात यावे. मधली एक पायरी म्हणून निस्यंदन–निःस्त्रावात किलाटक मिसळण्याची शिफारस करण्यात आली. अगदी अलीकडे केलेल्या अभ्यासात हॅसेल्टीन (१८) ला टॅनरी अपशिष्टे घरगुती वाहितमलात एकत्रित करणे शक्य असल्याचे दिसून आले. टॅनरी अपशिष्टाचे ३ ते ४ दिवस स्वतंत्रपणे समानीकरण करण्यात येते; नंतर आपल्या राशीच्या दुप्पट वाहितमलात ते मिसळून, वातन करून, अवसादित करण्यात येते. अवमल सांद्रित केला जातो, निर्वात निस्यंदकात जलरहित करण्यात येतो आणि त्याचे भस्मीकरण (incineration) करण्यात येते

मॅसेली आणि इतरांना (३२) असे निदर्शनास आले कीं, बहुतेक उदाहरणांत टॅनरी अपशिष्टाचे उपचारण, समानीकरण आणि अवसादनापुरतेच मर्यादित असते. अनेक टॅनऱ्या उपचार न करता (अपशिष्ट) किनाऱ्यावरील पाण्यात जसेच्या तसेच सोडून देतात अथवा नागरी वाहितमल–उपचारण संयंत्रात प्रस्त्रावित करतात. अशी शिफारस केली जाते कीं, जेव्हा उपचारणाची गरज भासते तेव्हा तीव्र द्रव विलग करावेत, आणि पातळ निथळण उपचार न करता तसेच सोडून द्यावे. पंप व नळ चोंदून जाऊ नयेत व त्यांची खराबी होऊ नये म्हणून अपशिष्ट गाळावे. अपशिष्टाच्या किमान एका दिवसाच्या प्रवाहाकरता समानीकरणाची तरतूद होईल अशा धारक द्रोण्यांचा अथवा साठवण टाक्यांचा उपयोग करावा. जेव्हा अवसादनाची गरज असते तेव्हा प्रथम यांत्रिकी उपचारणांनी अवमल काढून टाकणे आणि नंतर अपकेंद्रीकरण व निर्वात–निस्यंदनाची तरतूद करणे आवश्यक असते. पाणी काढून टाकलेला अवमल, वाळू अथवा खंगराच्या थरांच्या निस्यंदकातून शेवटी निःसारित करावा अथवा खांजणात सोडून द्यावा.

अवसादन, खांजणीकरण, रासायनिक अवक्षेपण, आणि अवमल पाचन, यांचा अंतर्भाव असलेल्या टॅनरी अपशिष्टांच्या प्राथमिक उपचारणांच्या परिणामासंबंधी कांही महत्वाचे अन्य संदर्भ ७, ९, ११. १५, २०, २१, २३, २५, ३०, ३९, ४३, ४६, ४७, ४८, ६४, ६५, व ६८ या संदर्भ ग्रंथात वर्णन केले आहेत टॅनरी अपशिष्टांच्या दुय्यम उपचारणांच्या परिणामांचे वर्णन केलेले कांही थोडे समयोचित संदर्भ १, ५, २६. ३४, ४०, ४९, ५३, व ५६ ह्या संदर्भ–ग्रंथात दिले आहेत.

संदर्भ ग्रंथ- टॅनरी अपशिष्टे:

१ अल्सॉप, ई. सी., " जर्नल ऑफ अमेरिकन लेदर केमिकल असोसिएशन" ७, २, ७२ (फेब्रुवारी १९१२)

२ बॉल, डब्ल्यू-जे., "ऑपरेशन ऑफ इनअॅडिक्कट फॅसिलिटीज अॅट बॅल्स्टन, रचा., एन. वाय. स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ११, १३४५-१३५१ (नोव्हेंबर १९५३)

३ क्लार्क, एछ. डब्ल्यु', 'कार्बोनेशन ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट्स टु प्रिव्हेंट क्लॉगिंग,' बॉटरवर्क्स अॅंड स्युवेज, ७९, २, ५२ (फेब्रुवारी १९३२)

४ "डाय मेथिल ॲमीन सल्फेट,' लेदर केमिकल्स डिपार्टमेंट, रोह्म अॅंड हास कं; फिलाडेल्फिया, पा, १९५५

५ एडीं, एछ. पी., आणि ए. एल. फेल्स, 'दि ॲक्टिव्हेटेड स्लज प्रोसेज इन दि ट्रीटमेंट ऑफ टॅनरी वेस्ट्स" इंडस्ट्रीयल अॅंड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ८, ७, ६४८ (जूलै १९१६)

६ ईक, जे. एफ. 'टॅनरी वेस्ट्स डिस्पोजल बाय स्प्रे इरिगेशन,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स १, ८, २७१ (नोव्हेंबर डिसेंबर १९५६)

७ एलड्रिच, ई. एफ 'रिपोर्ट ऑन सॅनिटरी इंजनियरिंग प्रॉजेक्ट्स' मिशिगान स्टेट इंजिनिअरिंग एक्स्पेरिमेंट स्टेशन, परिपत्रक क्र. ६७ (१९३६) पा. ३२-४७; परिपत्रक क्र. ८३ (१९३९) पा. ३; परिपत्रक क्र. ८७ (१९३९)

८ फेअर, जी. एम. आणि जे. सी. गेयर, 'वॉटर सप्लाय अॅंड वेस्टवॉटर डिस्पोजल,' 'न्यूयॉर्क: जॉन वायली अॅंड सन्स इन्कॉ. १९५४ पा. ८७९

९ फेल्स, ए. एल. 'ट्रीटमेंट ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट्स फ्रॉम पेपरमिल्स अॅंड टॅनरी ऑन नेपॉन्सेट रिव्हर, 'इंडस्ट्रीयल अॅंड इंजिनिअरिंग केमिस्ट्री, २१, ३, २१६ (मार्च १९२९)

१० फॉस्टर, डब्ल्यू, 'डिस्कशन ऑन ट्रेड वेस्ट (टॅनरी) प्युरिफिकेशन प्लॅंट,' जर्नल ऑफ प्रोसिडिंग्ज ऑफ दि इन्स्टिटयूट ऑफ स्युवेज प्युरिफिकेशन भाग २ (१९५०) पा. ९८

११ फॉस्टर, डब्ल्यू, ' क्रोम टॅनरी ट्रीटमेंट प्लॅंट, डिस्क्रिप्शन,' 'स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ७, ९२७ (जूलै १९५२)

१२ गर्नहम, सी. एफ. 'प्रिन्सिपल्स ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट' न्युयॉर्क, जॉन वायली अॅंड सन्स, इन्कॉ; १९५५, पा. ६, ७, ४७, ५८, ६८, ७०, ७१, ७९, १२३, १२५, १४१, १४३, १४६, १५२, १७९, १८९, २०६, २१०, २१८, २२०, २२७, २३०, २३१ २८१ २९३ २९६, ३२४ ३५५ ३८९ ३९०

कोष्टक २१-१०

गुरांच्या कातडीच्या चर्म कार्याचे सर्वेक्षण, तीव्र द्रव्यांची साधारण बनावट व देणगी (सॅसेली व इतरांच्या प्रमाणे (३२))

प्रक्रिया	राशि		BOD				सोडियम क्लोराइड ppm	एकूण काठिण्य ppm	प्रथिन ppm	एकूण घनपदार्थ ppm	बाष्पशील घनपदार्थ ppm
	गॅलन/ दिवस	एकूणाची टक्केवारी	ppm	पौंड/ दिवस	एकूणाची टक्केवारी	पौंड/ १००० पौंड कातडी					
भिजवण (soaks)	७३१००	४२	२२००	१३१०	२०	१५*	२००००	६७०	१५००	३००००	३६००
विकेशन (unhair)	२७२००	१६	१५५००	३५१०	५२	४०*	१८०००	२५०००	२२७००	७८०००	१८०००
पुन: चुना (relime)	२७२००	१६	६५०	१४७	२	२*	३५००	२५०००		२०३००	२५००
चुना काढून टाकणे आणि बेट (bate)	१७६००	१०	६०००	८८०	१३	१०†	१०	४१००	४३००	१५०००	८८००
अम्लमार्जन (pickle)	९८००	६	२९००	२३७	४	३†	४७०००	२४००		७९०००	७२००
क्रॉम टॅन रंग आणि वसीय द्रव (fat liquor)	८५००	५	६५००§	४२५	६	८†	२६०००	१८००		९३०००	१३०००
पहिले ओतवण (dump)	५१००	३	२०००	८५	१	३‡				१६०००	८०००
दुसरे ओतवण	५१००	३	२२००	९३	१	३†	२५०	२६००		९५००	४२००
एकूण	१७३६००			६६८७							

* ओल्या खारवलेल्या कातडीवर आधारित

† पुन: चुना लावल्यानंतर मांसल विपाटित कातडीवर आधारित

‡ क्रोम टॅन्ड चामड्यावर आधारित

§ बाष्पशील घनपदार्थांच्या ५० प्रतिशत् सांद्रणावर अंदाजित केले

कोष्टक २१-११

डुकराच्या कातडीच्या चर्मकार्याचे सर्वेक्षण, तीव्र द्रव्यांची साधारण घडण व देणगी. (मॅसेली व इतरा प्रमाणे (३२)

प्रक्रिया	राशि		BOD				सोडियम क्लोराइड ppm	एकूण काठिण्य ppm	प्रथिन ppm	एकूण घनपदार्थ ppm	बाष्पशील घनपदार्थ ppm
	गॅलन/ दिवस	एकूणाची टक्केवारी	ppm	पौंड/ दिवस	एकूणाची टक्केवारी	पौंड/ १००० पौंड कातडी					
भिजवण	३०००	१०	२४००	६०	८	१७*	३५०००			२८०००	२३००
विकेशन	४०००	२६	१४०००	४६७	६१	७०†	५७००	३८०००	१८४००	५५०००	१२९००
चुना काढून टाकणे आणि बेट	४०००	२६	४४००	१४७	१९	२३†	६४०	४२००	१६००	१४०००	७४००
अम्ल मार्जन	७००	५	४२००	२५	३	९†	८००००			९८०००	१२०००
ग्रीज काढून टाकणे;:–											
केरोसीनचा थर	३४०	२		(1210) ‡		४३५§					
लवण जलाचा थर	८००	५	२६००	१७	२	७	१०००००			११००००	२३००
वनस्पति टॅन	३०		२४०००	६	१	२§				९३०००	२५०००
क्रोम टॅन	६००	४	२३००††	१२	२	५ §	५१०००			८००००	४६००
रंग आणि वसीय द्रव:–											
पहिले ओतवण	१०००	६	४९०	४	१	१**	४१०			३९५०	८९०
दुसरे ओतवण	१०००	६	३९५०	३३	४	८**	१३५			३९८०	३०३०
एकूण	१५४७०			७७१							

*ओल्या खारवलेल्या कातडीवर आधारित †भिजवणानंतर (३% प्रतिशत् मांस काढून टाकले) मांस काढलेल्या कातडीवर आधारित

**चामड्यावर आधारित †† बाष्पशील घनपदार्थाच्या ५ % सांद्रणावर अंदाजित केले

§अम्लमार्जनित कातडीवर आधारित ‡ फक्त केरोसीन धरून (५३ टक्के BOD) गणन केले; बेरजेत समाविष्ट केले नाही.

कोष्टक २१–१२

गुरांच्या कातडीच्या चर्मक्रियेतील प्रक्रिया–रसायनांचा वार्षिक खप

(मॅसेली आणि इतरांच्या प्रमाणे (३२)

	पौंडात खप	% BOD	BOD पौंड	अपशिष्टातील ppm
१	२	३	४	५
सोडीयम क्लोराइड	१३६८०००	०	०	६८४
(१९ % OWH चे मुरवण करण्यात वापरलेले) सोडियम क्लोराइड	४४०८०००	०	०	२२००
चुना (Lime)	२४७००००	०	०	१२३५
सोडियम सल्फाइड (६२% $Na_2\overline{S}$, २५% $\overline{S}$)	९८१०००	४०	३९२०००	४९०
सल्फ्युरिक अम्ल	३५००००	०	०	२७५
सोडा अँश	१६१०००	०	०	८०
ओरोपॉन (९५% $(NH_4)_2SO_4$)	१४४०००	५	७२००	७२
कॅलिशयम फॉर्मेट	८८०००	१२	११०००	४४
लॅक्टिक अम्ल (३० %)	७७०००	३२	२५०००	३८
सोडियम फॅर्मेट	५६०००	२	११००	२८
स्टेरीझॉल	४२०००			२०
अमोनियम क्लोराइड	२००००	०	०	१०
कातडींने अवशोषित केलेली रसायनें *				
टॅनोलीन R (१६ % क्रोमियम)	१६७००००	०	०	६२६†
टॅमॉल L	७२९०००	०	०	३६
D–1 तेल	३७०००	८३	३१००	२
अन्य तेले (एकूण १२)	६५००००	८०	५२०००	३३
वकेब्रॅशो	१४६०००	५	७००	७
सोयायुक्त पीठ	१०००००			५
टॅनबार्क H	८८०००	११	१०००	४
टिटॅनियम डाय ऑक्साइड	८८०००	०	०	४
एड ११ टॅन	३८०००			२
गॅम्बेड	१५६०००	४	६००	८
मॅरॅटॅन B	१३६०००			७

कोष्टक २१–१२ पुढे चालू

१	२	३	४	५
मेथोसेल	२००००	६	१२०	१
ओरोटॅन TV	३००००	५	१५०	२
सैमीसॉल ग्ल्यू	३७०००			२
अपरटॅन	२८०००			१
एकूण –	१४०८००००		४९४३००	५३४३

* ९० % प्रमाणे अवशोषण अंदाजित केले, फक्त २० टक्के अपशिष्टात प्रस्त्रावित केले. अपशिष्टांतील BOD-पौंड आणि ppm वापरलेल्या पौंडाच्या १०% वर आधारित केले आहेत.

† प्रस्त्रावित अपशिष्टाच्या ७५ % वर आधारित.

१३ हॅमर. डब्ल्यू. ए. 'टॅनरी वेस्ट इन स्युवेज, 'इंडट्रियल अँड इंजनियरिंग केमिस्ट्री ४, ५, ३८२ (मे १९१२)

१४ हार्न्ले, जे. डब्ल्यू. 'लिक्विड इंडस्ट्रीयल वेस्ट सिंपोझिअम,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री ४४, ३, ५२० (मार्च १९५२)

१५ हार्न्ले, जें. डब्ल्यू; आर. एफ. वेग्नर, आणि एछ. जी. स्वोप, 'ट्रीटमेंट ऑफ ग्रीज फ्लेजर टॅनरी वॉकगॅन, इलि; ' स्युवेज वर्क्स जर्नल, १२, ४, ७७१-७७९ (जूलै १९४०)

१६ हार्टमन, बी. जे; 'कंबाइन्ड ट्रीटमेंट, टॅनरी वेस्ट्स अॅन्ड डोमेस्टिक स्युवेज, फॉंड ड लॅक, विस; 'स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, १२, १४१९-१४२३ (डिसेंबर १९५३)

१७ हॅजेल्टीन, टी. आर; 'सेंट्रल प्रायमरी प्लँट वुइल हँडल स्यूवेज फ्रॉम थ्री म्यूनिसिपॅलिटीज, 'वेस्ट्स इंजनिअरिंग, २८, ४, १७६ (एप्रिल १९५७)

१८ हॅजेल्टीन, टी. आर; 'कंबाइन्ड टॅनरी वेस्ट्स अँड स्यूवेज, वुइलियम्स पोर्ट, पा' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, १, ६५-८५ (जानेवारी १९५८)

१९ हॉमॉन, एछ. बी; 'प्यूरिफिकेशन ऑफ टॅनरी वेस्ट्स,' युनायटेड स्टेस्ट्स, सार्वजनिक आरोग्य सेवा, १९१९

२० होवाल्ट, डब्ल्यू; आणि इ. एस. कॅव्हेट, 'स्टडीज ऑन टॅनरी वेस्ट डिस्पोजल' ट्रॅन्झॅक्शन्स ऑफ अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिज इंजनिअर्स ९२ (१९२८,) पा. १३५१

२१ हयूबेल, जी. ई; 'टॅनरी वेस्ट डिस्पोजल ॲट रॉक्फोर्ड, मिशि,' वॉटरवर्क्स ॲन्ड स्यूवरेज, ८२, ९, ३३१ (सप्टेंबर १९३५)

२२ हयूबेल, जी. ई. 'वेस्ट ट्रीटमेंट प्लँट, वॉल्व्हरीन शू ॲन्ड टॅनिंग कार्पोरेशन, रॉक्स्फोर्ड मिशी. '१० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५५)

२३ 'इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड,' ओहायओ नदी प्रदूषण सर्वेक्षण पुरवणी, यूनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा १९४३

२४ इंगॉल्स, आर. डो; 'दि टॉक्सिसिटी ऑफ क्रोमियम, ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही पडर्यु विश्वविद्यालय अभियांत्रिकी, मालिका २३ (मे १९५३) पा. ८६–९५

२५ कुंझेल-मेहनर, 'ट्रीटमेंट वुइथ फेरिक क्लोराईड, 'स्युवेज वर्क्स जर्नल, १७, २, ४१२ (मार्च १९४५)

२६ लव्हलँड, एफ. ए; 'जर्नल ऑफ अमेरिकन लेदर केमिस्ट्स असोसिएशन, ७, १२, ४७४ (डिसेंबर १९१२)

२७ मॅककार्दी, जे. ए. ऑणि बी. एल. रॉसेन्थॉल, 'बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट ऑफ टॅनरी वेस्ट्स, 'वॉटर ॲन्ड स्युवेज वर्क्स, ८८, १२, ८२ (डिसेंबर १९५७)

२८ मॅक्लॉन, जी. डी. आणि ई. आर. थीस, 'दि केमिस्ट्री ऑफ लेदर मॅन्युफॅक्चर, न्युयॉर्क: राईन हॉल्ड पब्लिशिंग कॉर्पोरेशन १९४५, पान. ४७, १४०, ३७१, ४२८, ५५६, ५६९, ५७५, ६८२, ७०५.

२९ मॅक् की, जे. ई. आणि टी-आर. कँप, 'टेक्निकल वेस्ट्स–सम स्पेशल प्रॉब्लेम्स, 'स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ६, ८०३–८०६, (जून १९५०)

३० मॅस्की, डी. एफ; 'स्टडी ऑफ टॅनरी वेस्ट डिस्पोजल,' जर्नल ऑफ अमेरिकन लेदर केमिस्ट्स असोसिएशन, ३६, ३, १२१–१४१ (मार्च १९४१)

३१ मॅसेलो, जे. डब्ल्यू, आणि एम. जी बफोर्ड, 'पोल्यूशन रिडक्शन प्रोग्रॅम फॉर दि टेक्स्टाईल इंडस्ट्री, 'स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, २०, १२२३ (आक्टोबर १९५६)

३२ मॅसेकी, जे. डब्ल्यू आणि एम. जी. बर्फोर्ड, 'टॅनरी वेस्ट्स' न्यू इंग्लंड आंतर राज्य जलप्रदूषण नियंत्रण आयोग, (जून १९५८)

३३ मिलिगन, एफ. बी; 'टॅनरी वेस्ट ट्रीटमेंट इन पेन्सिल्व्हानिया, 'अमेरिकन सिटी, ५३, २, ५० (फेब्रुवारी १९३८)

३४ मोह्लमन, एफ. डब्ल्यू; 'ट्रीटमेंट ऑफ पॅकिंग-हाऊस टॅनरी, अँड कॉर्न-प्रॉडक्ट्स वेस्ट्स, 'इंडस्ट्रियल अँड इंजनियरिंग केमिस्ट्री, १८, १०, १०७६ (ऑक्टोबर १९२६)

३५ ओफ्फॅंशर्टी, एफ; 'एन्सायक्लोपीडिया ऑफ केमिकल टेक्नॉलजी, 'खंड, ८ आर. ई. कर्क, आणि डी. एफ. ऑथमर संपादक, न्यूयॉर्क इंटरसायन्स पब्लिकेशन्स, इन्कॉ-१९५२ पान. २१९, २२०, २२९, २३०, २५७, २६६, २८७, २९३, ३४३, ३४७, ४०६, ४४७, ४५४ ४७७

३६ 'ओफ्फॅंशर्टी एफ; डब्ल्यू. टी. रॉडी, आणि आर. एम. लॉलर, 'प्रिपरेशन फॉर टॅनेज' दि केमिस्ट्री अँड टेक्नॉलजी ऑफ लेदर, खंड,' न्यूयॉर्क: राईन होल्ड पब्लिशिंग कॉर्पो,- १९५६.

३७ पार्कर, आर. आर; 'स्प्रे इरिगेशन फॉर डिस्पोजल ऑफ टॅनरी वेस्ट्स, '६ वे ओन्टॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५९) पान. ३

३८ पेन्सिल्व्हानिया स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट असोसिएशन, 'टॅनरी वेस्ट अँड पिकल लिकर, 'इंडस्ट्रियल वेस्ट्स ३, १, १८ (जानेवारी–फेब्रुवारी १९५८)

३९ पोर्टर, डब्ल्यू; 'ऑपरेटिंग प्रॉब्लेम्स फ्रॉम टॅनरी वेस्ट्स, बॉल्स्टन स्पा, एन. वाय' 'स्युवेज वर्क्स जर्नल, २१, ४, ७३८ (जुल १९४९)

४० पॉवर, आर, एम; 'सॅनिटॉक' ५, ४, १९ (१९५७)

४१ 'रिपोर्ट ऑफ दि वॉटर पोल्यूशन रिसर्च बोर्ड. ' १९३२, पा. ३१ डिपार्टमेंट ऑफ सायंटिफिक अँड इंडस्ट्रियल रिसर्च, लंडन: हिज मॅजेस्टींज स्टेशनर्स ऑफीस, १९३३

४२ रीयुनिंग, एछ. टी. 'रिपोर्ट ऑफ स्ट्रीम पोल्यूशन कमिटी,' जर्नल ऑफ अमेरिकन लेदर केमिस्ट्स असोसिएशन ३८, १०, २९२-२९७ (ऑगस्ट १९४३), ३९, १०, ३७८–४२२ (ऑक्टोबर १९४४)

४३ रीयुनिंग, एछ. टी; 'टॅनिंग वेस्ट्स,' जर्नल ऑफ अमेरिकन लेदर केमिस्ट्स असोसिएशन ४२, ११, ५७३–५७७ (नोव्हेंबर १९४७)

४४ रीयुनिंग, एछ. टी.; 'डिस्पोजल ऑफ टॅनरी वेस्ट्स, 'स्यूवेज वर्क्स जर्नल २०, ३, ५२५ (मे १९४८)

४५ रीयुनिंग; 'एछ. टी; 'टॅनरी वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्यूवेज वर्क्स इंजनिअरिंग, २०, ३, १३३ (मार्च १९४९)

४६ रीयुनिंग, एछ. टी. आणि आर एफ. कोल्टार्ट, 'ऍन इफेक्टिव्ह टॅनरी वेस्ट ट्रीटमेंट प्लॅंट, 'पब्लिक वर्क्स मॅगेझीन, ७८, ३, २१ (मार्च १९४७)

४७ रीफेन्बर्ग, एफ. जी; आणि डब्ल्यू-डब्ल्यू-ॲलिसन, 'ट्रीटमेंट ऑफ टॅनरी वेस्ट्स युइथ फ्ल्यू गॅस आणि लाईम, 'इंडट्रियल ॲन्ड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री ३३,६, ८०१ (जून १९४१)

४८ रॉसेन्थॉल, बी. एल. 'सॅनिटॉक, '५, ४, २१ (१९५७)

४९ रॉसेन्थॉल, बी. एल, 'सॅनिटॉक, '६, १, ७ (१९५७)

५० रूडॉल्फस, डब्ल्यु., 'इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, 'न्युयॉर्क, राईन होल्ड पब्लिशिंग कॉर्पो १९५३, प्रकरण ८ वे

५१ सार्बर, आर डब्ल्यू., 'टॅनरी वेस्ट डिस्पोजल, 'जर्नल ऑफ अमेरिकन लेदर केमिस्ट्स असोसिएशन, ३६, ८, ४६३–४६७ (ऑगस्ट १९४१)

५२ सीबर्ट सी. एछ., 'डायजेस्ट ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रिटमेंट. ' पेन्सिल्व्हानिया स्वास्थ्य विभाग, १९४७

५३ स्मिथ, डब्ल्यू. आर., 'डिक्शन ऑन कंबाइन्ड ट्रीटमेंट, 'स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १, १०१, (जानेवारी १९५०)

५४ स्नो, बी. एफ., 'साऊथ इसेक्स, मॅसॅ. स्यूवेज सिस्टीम.' स्युवेज वर्क्स जर्नल, ४, ५. ८५१ (सप्टेंबर १९३२)

५५ साऊथगेट, बी. ए. 'ट्रीटमेंट ॲंड डिस्पोजल ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट वॉटर्स,' लंडन: हिज मॅजेस्टीज स्टेशनरी ऑफीस, १९४८

५६ सदलॅंड, आर; 'टॅनिंग इंडस्ट्रियल ॲंड इंजनियरिग केमिस्ट्री, ३९, ५, ६२८–६३१ (मे १९४७)

५७ 'टॅनरी वेस्ट्स' ओहायओ नदी सर्वेक्षण, पुरवणी, D यूनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, (१९४३) पा. १२१८

५८ टॅनरी वेस्ट डिस्पोजल कमिटी ऑफ पेन्सिल्व्हानिया. एक अहवाल, जर्नल ऑफ अमेरिकन लेदर केमिस्ट्स असोसिएशन. १, ४. २४–२५. (१९५३)

५९ टेलर डब्ल्यू. एछ. 'सॅनिटॉक, '१. ४. २४–२५ (१९५३)

६० 'टेक्निकल मॅन्युअल ॲन्ड इअर बुक ऑफ अमेरिकन असोसिएशन ऑफ टेक्स्टाईल केमिस्ट्स ॲन्ड कलरिस्ट्स. 'न्युयॉर्क होज पब्लिशिंग कंपनी

६१ 'ट्रीटमेंट ऑफ टॅनरी वेस्ट्स. 'पेन्सिल्व्हानिया स्वास्थ्य विभाग १९३०

६२ व्हॅंडरलीडन, आर., 'बाय प्रॉडक्ट्स रिकव्हरी, स्युवेज वर्क्स जर्नल, ८, २, ३५० (मार्च १९३६)

६३ व्हीच. एफ. पी. जर्नल ऑफ अमेरिकन लेदर केमिस्ट्स असोसिएशन ८, १, १० (जानेवारी १९१३)

६४ Vrooman एम. आणि व्ही. Eble 'डायजेशन ऑफ कंबाइंड टॅनरी ॲन्ड स्यूवेज स्लज. स्यूवेज वर्क्स जर्नल २२, १. ९४–१०१ (जानेवारी १९५०)

६५ वॉरिक. एल. एफ. आणि ई जे. बीटी. 'ट्रीटमेंट वुइथ डोमेस्टिक स्युवेज, 'स्युवेज वर्क्स जर्नल ८. १, १२२ (जानेवारी १९३६)

६६ विल्सन, जे. ए. 'दि केमिस्ट्री ऑफ लेदर मॅन्युफॅक्चर, 'अमेरिकन केमिकल सोसायटी मोनोग्राफ, न्यूयॉर्क: दि केमिकल कॅटलॉग कंपनी, १९२३

६७ विल्सन, जे. ए. 'मॉडर्न प्रॅक्टिस इन लेदर मॅन्युफॅक्चरिंग, न्युयॉल्ड: राइनहोर्क पब्लिशिंग कॉर्पो: १९४१, पा. २७२, ३२२, ४१२

६८ विमर, ए; दि स्युवेज फ्रॉम दि टॅनरी सिटी बॅक्नांग, स्युवेज वर्क्स जर्नल ९, ३ ५२९ (मे १९३७)

धोबीकामातील अपशिष्टे

धोबी उद्योग हे उत्पादन कार्य नसून सेवा कार्य आहे म्हणून खास असे त्यात उपविभाग नाहीत. जानेवारी १९६१ मध्ये लॉंड्री इन्स्टिटयूटने केलेल्या निवेदनाप्रमाणे धंदेवाईक धोबी उद्योग राष्ट्राच्या व्यक्तिसेवा उद्योगापैकी सर्वात मोठा उद्योग आहे. त्यातील वार्षिक उलाढाल १६००,०००,००० डॉलरापेक्षा जास्त होते. दर आठवड्याला धोबीकार्यावर ५ दश अब्ज पौंड कपड्यावर प्रक्रिया केली जाते. त्यात पुरुषांच्या ५० दशलक्षांपेक्षा जास्त शर्टाचा अंतर्भाव असतो धोबीं उद्योगातील अपशिष्टाचा उद्भव. मळलेल्या कपड्यांतील तेलचरबी, घाण आणि स्टार्च काढून टाकण्याकरता वापरल्या जाणाऱ्या साबण, सोडा, व प्रक्षालकांच्या वापरातून होतो. अपशिष्टात उच्च प्रमाणात गढूळपणा आणि क्षारता असते. आणि ४०० ते १००० ppm BOD सह कुजणारीं सेंद्रिय द्रव्ये असतात रासायनिक अवक्षेपण ही उपचारणाची सामान्य पद्धत असते. आणि त्यात प्रथमतः तनुकरण करून अगर रसायन मिसळून pH चे समायोजन करण्यात येते. जर दुय्यम उपचारणाची गरज भासली तर धोबीकार्यांतील अपशिष्टांचे ठिबकणाऱ्या निस्यंदकावर सहज ऑक्सीकरण करता येते. कधीकधी उत्प्रेरित अवमल प्रक्रियेचा उपयोग करण्यात येतो. परंतु ठिबकणाऱ्या निस्यंदकाइतकी ती समाधान–कारक नसते.

२१-६ धोबीकामातील अपशिष्टांचा उद्भव आणि गुणधर्म-

पाणी, साबण, व इतर धावन द्रव्ये असलेल्या सच्छिद्र नळकांडयात सामान्यतः घातलेल्या कपडयांच्या धुण्यातून अपशिष्टांचा उद्भव होतो. आतले नळकांडे फिरू लागल्याने (बाहेरचे नळकांडे स्थिर असते) ततूतील अपद्रव्ये (घाण) विरघळून जाण्यास अगर मुक्त होण्यास आवश्यक असणारी खळबळ निर्माण होते. स्मिथने (६५) धोबीकार्यांच्या व्यापारी पद्धतीची तपशीलवार चर्चा केली आहे मृदा अंशाचा प्रकार व राशी प्रमाणे क्षाराच्या राशीत (आणि म्हणून धावन सूत्रात) बदल होतो आणि सेस्को अथवा ऑर्थो-सिलिकेट सारखे कमी प्रतिरोधक (buffering) मूल्ये असलेले क्षार वापरण्याकडे अलिकडे प्रवृत्ति होत आहे.

सार्वजनिक स्वास्थ्यसेवा (३९) खात्याकडून धोबीकामातील पाण्याच्या खपाचा, आणि म्हणून अपशिष्टांच्या उत्पादनाचा दर पौंडास ४ गॅलन अंदाज करण्यात आला आहे. धोबी-कामातील अपशिष्टांचे उच्च प्रमाणात कुजून जाण्याचे गुणधर्म म्हणजे ते अत्यंत क्षारीय, अतिशय गढूळ, उच्च प्रमाणात रंगीन, आणि साबण, सोडा, अँश, ग्रीज, घाण रंगद्रव्ये व कापडातील कटाव (Scourings) समाविष्ट असलेले असतात असे बॉयलर ने (९) वर्णन केले आहे. त्यातील BOD घरगुती वाहितमलातल्यापेक्षा सरासरी दुप्पट असतो आणि कधीकधी तो पाचपटी पेक्षा जास्त असू शकतो औद्योगिक आणि घरगुती धोबीकामातील अशा दोन्ही अपशिष्टांची विश्लेषणे रूडाल्फने (५८) अलीकडेच सादर केली आहेत (को २१ १३) सार्वजनिक स्वास्थ्यसेवा खात्यानें त्याहूनही अलीकडे केलेल्या सर्वेक्षणापासून (३९) असे दिसून आले की, धोबीकामातील बहुतेक अपशिष्ट-जलांची बनावट को. २१-१४ मध्ये दिलेल्या मर्यादात असते. को. २१-१३ व २१-१४ त दिलेल्या प्रदूषण भारांत काहीशी असंगती असल्याचे वाचकांच्या लक्षात येईल.

यंत्रचलित आणि लहान धोबीकार्याच्या परिचालनातील अपशिष्टांच्या उपचारणाचा एकेन्फेल्डर आणि बार्नहार्ट (१८) यांनी अभ्यास केला. बहुतेक प्रतिस्थापनांत २५ ते ३५ यंत्रे होती व प्रत्येक यंत्रात दर धावन चक्रास २५ ते ३० गॅलन पाणी जमत होते. त्याना असे दिसून आले की, वापरलेल्या पाण्यापैकी २२ गॅलन गरम (१४०°F) व ८ गॅलन थंड पाणी होते व प्रस्त्रावित अपशिष्टाचे सरासरी तपमान १०५°F होते सरासरी अपशिष्ट-जलाची राशी दर आठवडयास प्रत्येक प्रतिस्थापनाकरता ५०००० गॅलन अपेक्षित असते असे त्याचे म्हणणे आहे. दर आठवडयास अंदाजी १०० पौंड बाजारी प्रक्षालक वापरण्यात येतात. संयुक्त अपशिष्टांच्या सरासरी गुणधर्माचा सारांश को. २१-१५ त दिला आहे.

कोष्टक २१-१३*

व्यापारी व घरगुती धोबीकामातील अपशिष्टांच्या स्वास्थ्यविषयक गुणधर्मांची तुलना (५८)

विश्लेषण	बाजारी	घरगुती
P H	१०.३	८.१
एकूण क्षारता, ppm	५११	६७८
एकूण घनपदार्थ, ppm	२११४	३३१४
बाष्पशील घनपदार्थ, ppm	१५३८	२५१५
BOD, ५ दिवस, ppm	१८६०	३८१३
खपलेला ऑक्सिजन, ppm	८६८	१०४५
ग्रीन, ppm	५५४	१४०६

* हॉटेले व उपहार गृहांच्या कामात वापरात येणाऱ्या वस्त्रसेवेसारख्या मोठ्या प्रमाणावरील कार्यांकरता बहुधा 'बाजारी' -हा शब्दप्रयोग वापरला असावा आणि घरगुती हा घरगुती वस्त्रांच्या धुलाई संबंधी असावा. (लेखक)

कोष्टक २१- १४

धोबीकामातील अपशिष्टजलांची नमुनेदार बनावट (३९)

विष्लेषण	मूल्यांची व्याप्ति
pH	९.०–९.३
७.० pH च्यावर, Na_2CO_3 म्हणून क्षारता ppm	६०–२५०
एकूण घनपदार्थ, ppm	८००–१२००
BOD, ५ दिवस, ppm	४००–४५०

कोष्टक २१–१५

२५ तासांच्या बनावटीच्या नमुनेदार यंत्रचलित धोबीकार्याच्या (लॉंड्रीमॅटच्या) निस्त्रवणाचे विश्लेषण

गढूळपणा *	COD ppm	A B.S. म्हणून प्रक्षालक† ppm	pH	तरंगते घनपदार्थ, ppm
२०८–३००	३४८–४८५	५०–९०	७०–८१	१४०–१६३

* मनमानी मापावर आधारित, शुद्ध–जल शून्याइतके.

† अल्काइल बेन्झेन सल्फोनेट

२१–७ धोबीकामातील अपशिष्टांवरील उपचार–

धोबीकामातील अपशिष्टांवरील उपचारासंबंधी १९४४ मध्ये रोहम (.२८) खालील निर्णयांप्रत पोहोचला.

१ ऑक्सिजन– उपभोक्त्या घनपदार्थाचे आणि ग्रीजचे ७५ टक्के निष्कासन करण्याकरता, प्रथम $H_2 SO_4$ CO_2, अथवा SO_2 ने अम्लीकरण करुन आणि नंतर तुरटी अथवा फेरिक सल्फेटने किलाटन करून धोबीकामातील अपशिष्टांवर अत्यंत काटकसरीने उपचारण करता येते. काहींच्या बाबतीत अन्य लवणे आणि चुन्याचे किलाटन परिणामकारक करू शकेल पण ते सामान्यपणे फार महाग पडते.

२ ठिबकणारे निस्यंदन करून अथवा उत्प्रेरित अवमल व दीर्घ वातन–काल ठेवून धोबी-अपशिष्टे प्रभावीपणे उपचारित करता येतात.

३ प्राप्त अवमल प्रत्यक्ष वाळूच्या संस्तरांवर सुकविणे, अवातनाने त्याचे पाचन करणे, अथवा निस्यंदित संदावन करणे शक्य असते. साबण अगर शुष्कनित अवमल, अंतिम उपयोगशील द्रव्य म्हणून पुन: प्राप्त करता येतो.

४ रासायनिक किलाटनानंतर धोबी अपशिष्टांचे जैवी निस्यंदन करून अगर उत्प्रेरित अवमल उपचारण करून आणखी शुद्धीकरण करता येते.

५ घरगुती वाहितमलावर उत्प्रेरित-अवमल प्रक्रिया करून उपचारण केले जात असताना त्याच्या राशीच्या सुमारे २० टक्के धोबी–अपशिष्ट त्याच्याबरोबर हाताळता येते

आणि जेव्हा त्यावर जैवी उपचार करण्यात येतात तेव्हा त्यात कितीही धोबी–अपशिष्टांची राशी असली तरी चालते.

अवसादनापेक्षा तरंगणाने अधिक चांगले परिणाम घडविता येतात, असे एलिसन व शूलॉफ (२३) या दोघांनी व फ्लॉरिडा राज्य स्वास्थविभागाने दाखवून दिले आहे. ह्या अपशिष्टांत असलेल्या पायसीकृत ग्रीजच्या तुलनेने मोठ्या असलेल्या राशीमुळे असे घडून येते यात शंका नाही.

अगदी अलीकडच्या कार्यवाहीत एकेन फेल्डर व बर्नहार्ट (१८) अशा निर्णयाला आले कीं एक भाग प्रक्षालक आणि ७ भाग कार्बनने केलेल्या भौतिक अधिशोषणाच्या (adsorption) संयोजनामुळे आणि दर गॅलनला १०० ग्रेन तुरटीसह रासायनिक किलाटन केल्यामुळे, यंत्रचलित धोत्रीकार्याच्या परिचालनाच्या अपशिष्टातील सर्व ॲनियॉनिक संश्लिष्टे भरीव प्रमाणात काढून टाकता येतात. त्यांना असेही आढळून आले. कीं, ४ तासांपर्यंत अवसादन केल्याने एक ते दोन टक्के घनपदार्थ असलेला अवमल निर्माण होतो.

अँड्रेस, फ्लिन, आणि डेविड्स (२०) यांनी लाँड्रीमॅट अपशिष्टे भूजलात प्रस्त्रावित करण्यापूर्वी त्यांच्यावर करावयाच्या उपचारांच्या खालील ३ पद्धती सादर केल्या आहेत.

१) सेपर मॅटिक उपचारण: दाबयुक्त डायटोमेशस मृदा निस्यंदक २) लान्सिग उपचारण: pH च्या लघुकरणानंतर वात-पुंजीकरण आणि किलाटनित अवमलाचे तरंगण, यांचा उपयोग करण्यात येणारी तरंगण प्रक्रिया: (३) वर प्रस्तावित केलेले उत्प्रेरित कार्बन, तुरटी, आणि सोडा ॲश किलाटन.

जरी या तीन पद्धती, अलग अथवा एकत्रितपणे वापरल्याने तरंगते घनपदार्थ, BOD, आणि संश्लिष्ट प्रक्षालक ८५ ते ९५ टक्के काढून टाकता आले तरी त्यापैकी कोणीही विलीन घनपदार्थाचे भरीव प्रमाणात लघुकरण करू शकत असल्याचे दिसून येत नाही.

धोबीकामातील अपशिष्टांच्या उपचारणावरील अद्यावत माहिती सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा खात्याने संक्षिप्तपणे दिली आहे. तीत असे म्हटले आहे की धावन द्रव्याचा प्रमाणाबाहेर उपयोग करण्याचे टाळून आणि धावक भारांचे नियंत्रण करून अपशिष्टांचे उल्लेखनीय लघुकरण करता येते. बहुतेक धंदेवाईक धोबीकामातील अपशिष्टे प्रत्यक्षपणे नागरी वहितमल व्यवस्थेत सोडण्यात येतात आणि घगुरती वहितमलाबरोबर त्यांच्यावर उपचार केले जातात. (प्रकाशित) वाङ्मयात धोबी कामातील अपशिष्टांवर ठिबकणाऱ्या निस्यंदनाने स्वतंत्रपण करण्याच्या उपचारणावर केलेल्या बऱ्याच प्रायोगिक कार्याची नोंद करण्यात आली आहे. प्रत्यक्ष

व्यवहारात, धोबीकामातील काही अपशिष्टांवर प्रथम रासायनिक पुंजीकरण व अवक्षादन करून आणि नंतर खाजणात साठवून व वालुका निस्यंदन करून त्यांचे अधिक शुद्धीकरण करण्यात येत आहे

कोष्टक २१–१६

फेस आणि स्वादासंबंधी संश्लिष्ट प्रक्षालकांवरील अभ्यास, किमान सांद्रण
(सिग्वर्थ प्रमाणे (६३)

संश्लिष्ट प्रक्षालक	उल्लेखनीय फेस तयार होण्याकरता ppm	पिण्याजोगे पाणी न व्हावे म्हणून, ppm	प्रक्षालकाचे सांद्रण २५ ppm असताना उपचारणाकरता लाभणाऱ्या कार्बनच्या मात्रा	
			फेसात सुधारणा करण्याकरिता ppm	स्वादान सुधारणा-करण्याकरता. ppm
अ	१००	१७.५	३४	४३
ब	२.०	१००	४४	२०
क	५०००	२०.०	०	५०
ड	१०	८०	२५	५०
ई	५०	१५.०	३०	४०

सिग्वर्थ (६३) चा असा निर्णय आहे की, पिण्यायोग्य पाण्यातील सिंडेट्चे (संश्लिष्ट प्रक्षालकाचे) सौदर्यदृष्टचा, आक्षेपार्ह फेस आणि स्वाद, सिंडेट बनण्यातील प्रत्येक ppm करता १ ते २ ppm कार्बनच्या व्याप्तीत कार्बनचा डोस देऊन उपचारण संयंत्रात नियंत्रित करता येतो. तो असे म्हणतो कीं, सध्या माहित असलेल्या सर्व जल–शुद्धीकरण प्रक्रियांपैकी फक्त उत्प्रेरित कार्बन हेच यशाचे पूर्ण खात्री देणारे साधन आहे.' त्याने पाच निरनिराळ्या प्रक्षालकांची चव आणि फेसासंबंधीची वैशिष्टचे नाहीशी करण्यास लागणाऱ्या उत्प्रेरित कार्बनच्या मात्रा दर्शविणारे एक कोष्टक, (को. २१–१६,) सादर केले आहे.

संदर्भ–धोबीकामातील अपशिष्टे

१ अमेरिकन असोसिएशन ऑफ टेक्स्टाईल केमिस्ट्स अँड कलरिस्टस, 'स्ट्रीम पोल्यूशन अबेटमेंट कमिटी,' लर्न टू लिव्ह वुइथ लाँड्री वेस्ट्स मोस्ट ऑफ इट गोज इन टू युवर स्युवर्स, वेस्ट्स इंजनिअरिंग २८, ४, १८९ (एप्रिल १९५७)

२ आर्डर्न, ई; आणि डब्ल्यू. टी, लॉकेट, 'प्री ट्रीटमेंट ऑफ ऑकेजनल ॲब्नॉर्मल स्युवेज ॲज ॲड्जक्ट टू ॲक्टिव्हेटेड स्लज प्रोसेस,' सर्व्हेअर, ८९, २३०६, ४९९ (एप्रिल १९३६)

३ वेसेलीव्हर, ई. बी; 'इन्डस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट, न्युयॉर्क: मॅक् ग्रॉ हिल बुक कं. इन्कॉ; १९५२. पा. ८४, १०७, १६६, २०४, ३१७ ग्रॉ–हिल बुक कं. इन्कॉ; १९५२. पा. ८४, १०७, १ ६, २०४, ३१७

४ ब्लडगुड, डी. ई; ' टेन्थ पडर्यू कॉन्फरन्स हाय लाइट्स इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, १, ३३ (सप्टेंबर–आक्टोबर १९५५)

५ बोगन, आर. एछ. आणि सी. एन. सॉयर, 'बायोकेमिकल डिग्रडेशन ऑफ सिंथेटिक डिटर्जंट्स, प्रिलिमिनरी स्टडीज' जर्नल ऑफ वॉटर पोल्यूशन कंट्रोल फेडरेशन २६, ९, १०६९ (सप्टेंबर १९५४)

६. बोगन, आर. एछ; आणि सो. एन. सॉयर, 'बायोकेमिकल डिग्रडेशन ऑफ सिंथेटिक डिटर्जंट्स, स्टडीज ऑन दी रिलेशन बिटवीन केमिकल स्ट्रक्चर अँड बायोकेमिकल ऑक्सिडेशन' जर्नल ऑफ वॉटर पोल्यूशन कंट्रोल फेडरेशन २७, ८, ९१७ (ऑगस्ट १९५५)

७ बोगन, आर. एछ.; आणि सी एन सॉयर 'बायोकेमिकल डिग्रडेशन ऑफ सिंथेटिक डिटर्जंट्स.; रिलेशनशिप बिटवीन बायॉलॉजिकल डिग्रडेशन अँड फ्रॉथ पर्सिस्टन्स' 'जर्नल ऑफ वॉटर पोल्यूशन कंट्रोल फेडरेशन २८, ५, ६३७ (मे १९५६)

८ बोगन, आय. एछ; आणि सी. एन. सॉयर, 'दि बायोकेमिकल ऑक्सिडेशन ऑफ सिंथेटिक डिटर्जंट्स, '१४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९५९) पा २३१

९ बॉयर, जे, ए; 'दि ट्रीटमेंट ऑफ लाँड्री वेस्ट्स, 'परिपत्रक क्र. ४२, टेक्सास कृषि आणि वैद्यकीय विद्यालय, ४ थी मालिका, (ऑक्टोबर. १, १९३३)

१० कॅल्वर्ट, सी. के; आणि इ. एछ. मार्क्स, 'दि पाप्यूलेशन इक्विव्हॅलंट ऑफ सर्टन इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, 'स्युवेज वर्क्स जर्नल, ६, ६, १९५९ (नोव्हेंबर १९३४)

११ कॅपेनी. एल. जी; 'सिंथेटिक डिटर्जंट्स इन ग्राऊंड वॉटर, 'भाग I वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, १०८, ५, १८८ (मे १९६१)

१२ 'कमर्शियल लॉंडरिंग इडस्ट्री, 'परिपत्रक क ५०९, युनायटेड स्टेस्ट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, १९५६

१३ डॅनियल्स, एफ. ई; ' ट्रीटमेंट ऑफ लाँड्री वेस्ट्स, 'पब्लिक वर्क्स मॅगेझीन, ५४ (जून १९२३) पा. १९०

१४ डीजेन्स, डी. एन. ज्यू; एछ. व्हॅनडरझी, आणि जे. डी कॉमर, 'इम्फ्ल्युएन्स ऑफ ॲनियॉनिक डिटर्जंट्स ऑन दी डिफ्यूज्ड–एअर ॲक्टिव्हेटेड–स्लज प्रोसेस, 'जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचे नियतकालिक २७, १, १० (जानेवारी १९५५)

१५ 'डिटर्जंट्स आर डिग्रेडिंग इन स्युवेज ट्रीटमेंट प्लँट्स. 'वेस्ट्स इंजनिअरिंग, ३०,१, ३६ (जानेवारी १९५९)

१६ 'डिटर्जंट्स इन स्युवेज ॲंड सर्फेस वॉटर,' ओहायओ नदी घाटी स्वास्थ्य आयोग समितीचा अहवाल, इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ६, २१२ (जुलै–ऑगस्ट १९५६)

१७ डॉबिन्स, डब्ल्यू इ; 'ट्रीटमेंट ऑफ रेडिओ ॲक्टिव्ह लॉंड्री वेस्ट्स, 'वॉटर ॲंट स्युवेज वर्क्स, '८८. १२, ८५ (डिसेंबर १९५७)

१८ एकेन्फेल्डर, डब्ल्यू. डब्ल्यू; आणि ई बार्नहार्ट, ' रिमुव्हल ऑफ सिंथेटिक डिटर्जंट्स फ्रॉम लॉंड्री ॲंड लॉंड्रीमॅट वेस्ट्स संशोधन अहवाल क्र. ५, न्युयॉर्क राज्य जल–प्रदूषण नियंत्रण मंडळ, (मार्च १९६०)

१९ 'इफेक्ट ऑफ डिटर्जंट्स ऑन स्युवेज ॲंड वॉटर ट्रीटमेंट' केमिकल ॲंड इंजनिअरिंग न्यूज, ३१, ११, १०७२ (मार्च १९५३)

२० इफेक्ट ऑफ सिंथेटिक डिटर्जंट्स ऑन दि ग्राउंड वॉटर्स ऑफ लॉंग आयलंड,' संशोधन अहवाल, क्र. ६ न्यूयॉर्क राज्य जलप्रदूषण नियंत्रण मंडळ, सी. डब्ल्यू. लॉमन इन्कॉ आणि सफॉक कौंटी स्वास्थ्य विभाग, जून १९६०

२१ एल्ड्रिच, ई. एफ; 'लॉंड्री वेस्ट्स,' परिपत्रक क्र. ८२, खंड १४ क्र. २, मिशिगान इंजनिअरिंग प्रयोग केंद्र, सप्टेंबर १९३८

२२ एल्ड्रिच, ई. एफ; ' इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट ॲंड प्रॅक्टिस' न्यूयॉर्क:, मॅक् ग्रॉहिल बुक कं. इन्कॉ; १९४२, पा. २९२–२९६

२३ एतलीयावेन, आर; आणि बी. शूलॉफ, 'लॉंड्री वेस्ट ट्रीटमेंट बाय फ्लोटेशन,' वॉटर वर्क्स ॲंड स्युवेज, ९०, ११, ४१८ (नोव्हेंबर १९४३)

२४ फेअर, जी. एम; आणि जे. सी. घेअर, वॉटरसप्लाय ॲंड वेस्ट वॉटर डिस्पोजल, 'न्युयॉर्क: जॉन बायली ॲंड सन्स, इन्कॉ; १९५४, पा. ८७९

२५ फिंच, जे. सिंथेटिक डिटर्जंट्स इन स्युवेज, 'वॉटर ॲंड स्युवेज वर्क्स १०६, १०, ४८२ (आक्टोबर १९५५)

२६ फिंच जे., सिंथेटिक डिटर्जंट्स, 'वॉटर ॲंड स्युवेज वर्क्स, १०५, ११, ९७९ (नोव्हेंबर १९५८)

२७ फ्लॉरिडा राज्य स्वास्थ्य मंडळ, 'एक्स्पेरिमेंटल पायलट प्लँट स्टडीज ट्रीटमेंट वेस्ट्स, 'वेस्टइंजनिअरिंग २४, १०, ५१२ (आक्टोबर १९५३)

२८ गेहम, एछ डब्ल्यू; 'व्हॉल्यूम, कॅरेक्टरिस्टिक्स, अँड डिस्पोजल ऑफ लाँड्री वेस्ट्स 'स्युवेज वर्क्स जर्नल, १६, ३, ५७१ (मे १९४४)

२९ गिब्ज, एफ. एस; 'दि रिमूव्हल ऑफ फॅटी अँसिड्स अँड सोप्स फ्रॉम सोप मॅन्युफॅक्चरिंग वेस्ट वॉटर्स, '५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, नोव्हेंबर १९४९

३० ग्लॉयना, ई. एफ; 'रेडिओ अॅक्टिव्ह काँटॅमिनेटेड लाँड्री वेस्ट अँड इट्स ट्रीटमेंट, स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ७, ८६९ (जूलै १९५४)

३१ ग्रून, डब्ल्यू. एन; 'वेस्ट ट्रीटमेंट अॅट ए क्वार्टर मास्टर लाँड्री, 'इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, ५, ११२ (सप्टेंबर–ऑक्टोबर १९५८)

३२ गॅर्नहॅम, सी. एफ , प्रिन्सिपल्स ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट, 'न्युयॉर्क: जॉन वायली अँड सन्स, इन्कॉ., १९५५, पा. ६, ७, ३७, ४५, ५०, ५८, ७२, १२५, २२७, २३०, २३३, ३५३, ३९१

३३ हर्नांडिझ, जे. डब्ल्यू., आणि डी. ई. ब्लडगुड, 'इफेक्ट्स ऑफ ABS ऑन एनिरोबिक स्लज डायजेशन, 'जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचें नियत कालिक, ३२ १२, १२६१ (डिसेंबर १९६५)

३४ होल्डन, जे. टी. आणि जे. एन. फाउलर, 'दि टेक्नॉलजी ऑफ वॉशिंग, 'ब्रिटिश लॉर्डस् रिसर्च असोसिएशन, लंडन, १९३५

३५ हूड, जे. डब्ल्यू., ' प्रोसीडिंग्ज ऑफ न्यूजर्सी स्युवेज वर्क्स असोसिएशन,' १९४१, पा. ३१

३६ हॉवेल्स, डी. एछ., आणि क्लेअर एन सॉयर 'इफेक्ट्स ऑफ सिंथेटिक डिटर्जंट्स ऑन केमिकल कोऍग्यूलेशन ऑफ वॉटर,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, १०३, २, ७१ (फेब्रुवारी १९५६)

३७ हार्ले, जॉन., 'सम एक्स्पेरिमेंटल वर्क ऑन दि इफेक्ट्स ऑफ सिंथेटिक डिटर्जंट्स ऑन स्युवेज ट्रीटमेंट, ' दि पब्लिक वर्क्स अँड म्युनिसिपल सर्व्हिसेस काँग्रेस, नोव्हेंबर ७, १९५०

३८ हरव्हिट्स, ई., आर. ई. ब्ल्यूडाईन, टी. लोथियम आणि एम. स्निगाँवूस्कि 'अॅसीमिलेशन ऑफ ABS बाय अॅन अॅक्टिव्हेटेड स्लज ट्रीटमेंट प्लँट–वॉटर वेस्टेशन जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचे नियतकालिक, ३२, १०, ११११ (ऑक्टोबर १९६०)

३९ इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड टू दि कमर्शियल लॉडरिंग इंडस्ट्री परिपत्रक क्र. ५०९, युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, १९५५

४० कीफर, सी. ई., डिटर्जंट्स इन स्युवेज, 'वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, ९९, २, ८९ (फेब्रुवारी १९५२)

४१ केस्लर, एल. एछ., आणि जे. टी. नॉर्गाड, 'स्युवेज ट्रीटमेंट अँड आर्मी कँप्स, 'स्युवेज वर्क्स जर्नल, १४, ४, ७५७ (जुलै १९४२)

४२ की, ए., 'प्रोग्रेस टोवर्ड दि सोल्युशन ऑफ दि सिंथेटिक डिटर्जंट प्रॉब्लेम' 'इन्टिटयूट ऑफ स्युवेज प्यूरिफिकेशन, जून २१, १९६०

४३ क्लाईन, एछ. एस; वाहितमल उपचारावरील ओहायओ संमेलन, १० वा वार्षिक अहवाल १९३६, पा. ६७-७१

४४ लंब, सी, 'एक्स्पेरिमेंटस ऑन दि इफेक्टस ऑफ सर्टन सिंथेटिक डिटर्जंटस ऑन बायॉलॉजिकल ऑक्सिडेशन ऑफ स्युवेज' इन्स्टिटयूट ऑफ स्युवेज प्यूरिफिकेशन, नोव्हेंबर २५,१९५३

४५ लिच, डब्ल्यू. ओ; आणि सी. एन. सॉयर, 'इफेक्टस ऑफ डिटर्जंटस ऑन ऑक्सिजन ट्रॅन्स्फर इन बबल एरिएशन, 'जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचे नियत कालिक, ३२, २५-४० (जानेवारी १९६०)

४६ मॅक्कार्दी, जे; 'स्टडी ऑफ लाँड्री वेस्ट ट्रीटमेंट, 'पब्लिक वर्क्स मॅगेझीन, ७३, ७, १३ (जुलै १९४२)

४७ मॅक्गॉदी, डी. एछ., आणि एस. ए. क्लीन, 'रिमूव्हल ऑफ ABS बाय स्युवेज ट्रीटमेंट,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ८, ८७७ (ऑगस्ट १९५९)

४८ मॅक्किन्ने, आर. एफ., आणि जे. एम. सायमन्स, 'सिंथेटिक डिटर्जंट्स' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, १०५, १०, ४२५ (ऑक्टोबर १९५८)

४९ मेंककिन्ने, आर. एफ. आणि जे. एम. सायमन्स, 'बॅक्टीरियल डिग्रेडेशन ऑफ ABS फंडामेंटल बायोकेमिस्ट्री, स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ५, ५४० (मे १९५९)

५० मॅलेनी, डी. डब्ल्यू; डी. शीट्स, आणि ज्यूडी आयर्स 'इफेक्टस ऑफ ॲनियॉनिक सर्फेस, ॲक्टिव्ह एजंट्स ऑन वेस्ट वॉटर ट्रीटमेंट युनिट्स, 'जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचे नियतकालिक ३२, १३, १९६१ (नोव्हेंबर १९६०)

५१ मँगेनेली, आर, एम., 'इफेक्ट्स ऑफ सिंथेटिक डिटर्जंट्ट ऑन ॲक्टिव्हेटेड स्लज, ११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५६) पा ६११.

५२ मिल्स, ई. व्ही., जे. टी. कॅल्व्हर्ट, आणि जी. एछ. कूपर, जर्नल ॲन्ड प्रोसीडिंग्ज ऑफ इन्स्टिटयूट ऑफ स्युवेज प्यूरिफिकेशन., १९४७ पा. ७

५३ न्युएल, सी. डब्ल्यू , आणि इतर, 'प्ल्युटोनियम रिमूव्हल फ्रॉम लाँड्री वेस्ट्स, लॅबोरेटरी स्टडीज' स्युवेज, ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ११, १४६४ (नोव्हेंबर १९५१)

५४ न्युएल, जे. आर., सी. डब्ल्यु. ख्रिस्टेन्सन आणि इतर, 'लॅबोरेटरी स्टडीज ऑफ रिमूव्हल प्ल्युटोनियम फ्रॉम लाँड्री वेस्टस,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४३, ७, १५१६ (जूलै १९५१)

५५ पोर्टरहाऊस, डब्ल्यू. जर्नल ॲन्ड प्रोसीडिंग्ज ऑफ इन्स्टिटयूट ऑफ स्युवेज प्यूरिफिकेशन, खंड I, १९३९, पा. ५६

५६ रिकर, आय. आर., 'इफेक्ट ऑफ लाँड्री वेस्ट ऑन इमहॉफ टॅन्स ॲन्ड ट्रिकिलग फिल्टर, 'न्यूजर्सी स्युवेज वर्क्स संघटनेची कार्यवाही, १९२७

५७ रुडॉल्पस डब्ल्यू., इंडस्ट्रियल, न्यूयॉर्कः राइनहोल्ड पब्लिशिंग कॉर्पोरेशन, १९५३, पा. ४७१

५८ रूडॉल्फ, डब्ल्यू, आणि एल, एल. सेटर, 'लाँड्री वेस्ट, 'परिपत्रक, क्र. ९१० न्यूजर्सी कृषिविषयक प्रायोगिक केंद्र, १९३६

५९ रायक्मन, डी. डब्ल्यू., आणि सी. एन. सॉयर, ' केमिकल स्ट्रक्चर ॲन्ड बायॉलाजिकल ऑक्सिडायझेबिलिटी ऑफ सर्फेक्टंटस, १२ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५७) पा. २७७

६० सेकर्स, एल. ई., आणि एफ. एम. झीमरमन, ' ट्रीटमेंट ऑफ लाँड्री वेस्टस, स्युवेज वर्क्स जर्नल, १, १, ७९ (ऑक्टोबर १९२८)

६१ सॉयर, सी. एन, 'इफेक्टस ऑफ सिंथेटिक डिटर्जंटस ऑन स्युवेज ट्रीटमेंट प्रोसेसेस, 'स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस,' ३०, ६, ७५७ (जून १९५८)

६२ शीटस, डल्ब्यू. डी. आणि जी. डल्ब्यू मॅलेनी, 'केमिकल ऑक्सिजन डिमांड व्हॅल्यूज ऑफ सिंडेटस, सर्फेक्टंटस, ॲन्ड बिल्डर्स '११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५६) पा. १८५

६३ सिगवर्थ, ई. ए., 'सिंथेटिक डिटर्जंट्स ॲन्ड देअर करेक्शन वुइथ ॲक्टिव्हेटेड कार्बन, 'जर्नल ऑफ नॉर्थ केरोलायना सेक्शन ऑफ अमेरिकन वॉटर वर्क्स असोसिएशन ॲन्ड वॉटर पोल्यूशन कंट्रोल असोसिएशन, ४० व्या सभेची कार्यवाही १९६०, पा. ४५

६४ सिंगल्टन पी., युनायटेड, स्टेट्स एकस्व, २१९६, ४८०, १९४०

६५ स्मिथ, आर. बी., ' वॉशरूम मेथडस ॲन्ड प्रॅक्टिस इन दि पॉवर रूम लाँड्रीज न्युयॉर्कः मूर रॉबिन्स पब्लिशिंग कं., १९४८

६६ स्नेल. एफ. डी., आणि जे. एम. फेन, 'केमिकल ट्रीटमेंट ऑफ ट्रेड वेस्टस , लॉन्ड्री 'वेस्टस.' इंडस्ट्रियल अँन्ड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३४, ८, ९७०, (ऑगस्ट १९४२)

६७ स्टील, ई. डब्ल्यू., वॉटर सप्लाय अँन्ड स्युवरेज, न्यूयॉर्क: मॅक-ग्रॉ हिल बुक कं. इन्कॉ., ३ री आवृत्ति १९५३, पा. ५३९, ५४१

६८ 'दि यूज ऑफ लाईम इन इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट, 'ट्रेडवेस्ट परिपत्रक क्र १ नॅशनल लाईम असोसिएशन, वॉशिंग्न डी. सी., एप्रिल १९४८

६९ टॉड, ए. आर., 'वॉटर प्यूरिफिकेशन अपसेट्स सीरियसली बाय डिटर्जन्टस, 'वॉटर अँन्ड स्युवेज वर्क्स १०१, २, ८० (फेब्रुवारी १९५४)

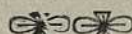
७० वॅडॅम्स, ए. ल , 'सिंथेटिक डिटर्जंटस अँन्ड स्युवेज प्रोसेसिंग' जर्नल अँन्ड, प्रोसिडिंग्ज ऑफ दि इन्स्टिटयूट ऑफ स्युवेज प्युरिफिकेशन भाग, १९५०, पा. ३२

७१ वीव्हर, पी. जे., 'हाऊसहोल्ड डिटर्जन्टट्स इन वॉटर अँन्ड स्युवेज, '७ वे ओन्टॅरिओ औद्योगिक संमेलन, (जून १९६०) पा. ७१

७२ वीव्हर, पी. जे.. ' रिव्ह्यू ऑफ डिटर्जंट रिसर्च प्रोग्रॅम, 'जर्नल ऑफ वॉटर पोल्यूशन कंट्रोल फेडरेशन, ३२, ३, २८८ (१९६०)

७३ वाईज, आर. एस., प्रोसीडिंग्ज ऑफ इंस्टिटयूशन ऑफ केमिकल इंजिनिअर्स २७, (१९३१) पा. १०१

७४ वॉलनर एछ. जे., व्ही. एम.. क्यूमिन, आणि पी. ए. Kahm, 'क्लॅरिफिकेशन बाय फ्लोटेशन, रीयूज, लाँड्री वेस्ट वॅाटर,' स्युवेज अँन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २६,४, ५०९ (एप्रिल १९५४)



: २२ :

अन्नोत्पादन उद्योग

२२-१ प्रस्तावना –

माणसे आणि जनावरांच्या उपभोगाकरता लागणाऱ्या खाद्यपदार्थांच्या उत्पादनांशी ज्यांचा मुख्यतः संबंध येतो अशा उद्योगांना अन्नोत्पादन उद्योग असे मानले जाते. ह्या गटात समावेश असलेली प्रक्रिया संयंत्रे पुढीलप्रमाणे आहेत. १) कॅनरीज, सीलबंद डब्यांचे कारखाने २) दुग्धव्यवसाय, ३) दारुभट्ट्या आणि आसवन्या, ४) मांस पॅकबंदी आणि (कुक्कुट संयंत्रासह) मिश्रण संयंत्रे, ५) बीटशर्करा शुद्धीकरण संयंत्रे, ६) भेषजीय संयंत्रे, ७) यीस्ट संयंत्रे, ८) लोणची, कॉफी, मासे, तांदूळ, सौम्य पेये, इत्यादींचे उत्पादन करणारी संकीर्ण संयंत्र. सामान्यपणे खालील टप्प्यांनी उत्पादनाच्या प्रक्रिया करण्यांत येतात. कच्चे द्रव्य स्वच्छ करणे, अखाद्य भाग काढून टाकणे, अन्नपदार्थ तयार करणे आणि पॅकबंदी. विचारात घेण्याची अपशिष्टे: खराब झालेले कच्चे द्रव्य अथवा खराब तयार माल, खळबळण्याचे अथवा धुण्याचे पाणी; संघनन जल वा शीतन जल; परिवहनाचे पाणी, प्रक्रिया जले, फरशी व उपकरणे स्वच्छ करण्याचे द्रव; उत्पादन – निःसारण; टाक्या अथवा द्रोण्यांतील परिवाह (overflow); आणि उत्पादनातील वापरता यणारे पदार्थ

अन्न-प्रक्रिया अपशिष्टांचे गुणधर्म तीव्र प्रमाणात विचरणशील असतात. BOD–700 ppm इतका कमी अथवा 100000 ppm इतका उच्च असू शकतो. कांही अपशिष्टात तरंगत्या घनपदार्थांचा जवळ.जवळ संपूर्ण अभाव असतो, पण कांही अन्य अपशिष्टांत त्याचे सांद्रण 120000 ppm इतके तीव्र असते. अपशिष्ट उच्च प्रमाणात क्षारीय (pH 11.0) अथवा उच्चतया अम्लीय (pH 3 5) असणें संभवनीय असते. खनिज पोषक द्रव्ये, नायट्रोजन, आणि फॉस्फरस

यांचा अभाव असू शकतो अथवा (BOD/N) अगर (BOD/P)० चे जे प्रमाण जैवी उपचारणास अवश्य असलेली पर्यावरणीय परिस्थिती वाढविण्यास लागते. त्यापेक्षा ते जास्त असू शकतात. तसेच कांही उद्योगांत अपशिष्टांची राशी उपेक्षणीत असते तर इतरात ती दररोज एक अगर अधिक दशलक्ष गॅलन पर्यंत उच्च असू शकते.

अन्नप्रक्रिया अपशिष्टांत सामान्यतः (विलीन अगर कलील अवस्थेत) सांद्रणाची विभिन्न मात्रा असलेले सेंद्रिय द्रव्य असते, आणि म्हणून अपशिष्ट-उपचारणाचे जैवी प्रकार सूचित केले आहेत. ह्या अपशिष्टांची सामान्य वैशिष्टचे घरगुती वाहितमलापासून भिन्न असल्याने आणि विशेषतः त्यात सेंद्रिय द्रव्यांचे सांद्रण उच्च असल्याने, समतुल्य निःस्त्राव निर्माण करण्यासाठी पूर्वोपचारणाची जरुरी असते. शिवाय ज्या सूक्ष्म जीवाणूंच्यावर जैवी उपचारण अवलंबून असते. अशा जीवाणूंच्या करता योग्य पर्यावरणाची तरतूद व्हावी म्हणून खालील एक अगर अधिक समायोजने अनेक वेळा करावी लागतात. अखंड पोषण, तपमानाचे नियंत्रण, pH चे समायोजन मिश्रण, पुरवणी पोषण, व सूक्ष्म जीवाणूंच्या संख्येचे अंगिकरण (adoptation)

उपलब्ध असलेल्या वातजीवी अथवा वातनिरपेक्ष जैवी उपचारणांपैकी, महत्वाच्या व अधिक परिणामकारक पद्धतीत, उत्प्रेरित अवमल जैवी निस्यंदन, वातनिरपेक्ष पाचन, ऑक्सी-करण कुंडे, खांजणे व फवारणी सिंचाई यांचा उपयोग करण्यात येतो. जैवी संचाचे भारण काळजीपूर्वक करावे लागते कारण अपशिष्ठातील अनेकांत सेंद्रिय उच्च सांद्रण झालेले असते. अनेकवेळा, स्वींकार्य निःस्त्राव निर्माण होण्यासाठी दीर्घकाल वातन अथवा उच्चगति दोन टप्प्यांचे जैवी निस्यंदन करावे लागते. उपचारणाचा कोणचा प्रकार निवडावा हे खालील गोष्टींवर अवलंबून असते : उपचारणाची आवश्यक मात्रा, सेंद्रिय अपशिष्टाचे स्वरुप, सेंद्रिय द्रव्याचे सांद्रण, अपशिष्ट प्रवाह विचरण, अपशिष्टाची राशि आणि भांडवली व परिचालन खर्च.

सीलबंद डब्यांच्या कारखान्यातील अपशिष्टे –

ज्यावर प्रक्रिया करण्यात येत आहे तो पदार्थ त्याच्या वाढीचा मोसम आणि त्याचे भौगोलिक स्थान, यावरून कॅनरीं-अपशिष्टाचे वर्गीकरण करण्यात येते. भाज्या, फळे, आणि लिबे, या पदार्थांच्या तीन मुख्य गटांचे कापणी व प्रक्रिया करण्याचे हंगाम अल्प अवधीचे असतात आणि त्यामुळे अनेक कॅनऱ्यात एकापेक्षा अधिक पदार्थांवर प्रक्रिया करण्याची योजना केलेली असते. या संयंत्रांतील अपशिष्टे प्रामुख्याने सेंद्रिय असतात आणि कच्च्या द्रव्यांची काटछाट करणे (trimming) रस काढणे, विवर्ण करणे (blanching), अंशिक निर्जिवीकरण करणे (pasteuring), प्रक्रिया-साधने स्वच्छ करणे आणि तयार माल थंड करणे, यांच्यापासून ती निर्माण होतात. उपचारणाच्या सर्वात सामान्य आणि प्रभावी अशा खालील चारपद्धती आहेतः नागरी उपचारण संयंत्रातील प्रस्त्रावण, अतिरिक्त रासायनिक स्थायित्वकारी

(stabilirer) द्रव्ये घालून केलेले खांजणातील साठवण, मृदा अवशोषण अगर फवारणी सिंचन., आणि वातनिरपेक्ष पाचन

२२-२ कॅनरी अपशिष्टांचा उद्‌भव-

वाटणे, टोमॅटो, बीट, मुळे, मका, स्क्वॉश, काकडी आणि शेंगा, ह्या अशा भाजांच्या-पैकी काही आहेत की ज्यांच्यापासून कॅनिंगच्या प्रक्रियेत तीव्र अपशिष्टे निर्माण होतात. निरनिराळ्या भाज्याप्रमाणे त्यांच्या प्रक्रियेच्या पूर्वतयारीत फरक पडत असल्याने वापरण्याच्या पद्धतींचा व्यक्तिगत अभ्यास केला पाहिजे. तथापि प्रत्यक्ष कॅनिंग करण्याच्या आधीच्या प्रक्रियांतील विचरण सोडून दिल्यास कॅनरीच्या कार्यपद्धतीत थोडासाच फरक असतो. प्रक्रिया–अपशिष्टात सामान्यपणे धावन–जल, निवडणातील घनपदार्थ, साल व बुंधा काढण्याची कामे, डबे भरणे व त्यांना मोहोर करण्यातील सांडपाणी आणि फरशी, टेबल, भिंती, पट्टे इत्यादी स्वच्छ केल्यानंतरच्या धावन–जलाचा समावेश असतो.

फळांच्या बाबतीत, पीच, चेरी, सफरचंदे, पियर, व द्राक्षे यांच्या वरील प्रक्रियेत अपशिष्टाच्या प्रस्त्रावातील सर्वात सामान्य समस्या निर्माण होतात. सद्रव पद्धतीने साले काढणे, फवारणी धावन, निवडण, प्रतवारी लावणे, काप काढणे आणि डबे भरण, संघनकांचे (condensate) निःशेषण करणे (exausting), डबे थंड करणे, आणि संयंत्र स्वच्छ करणे यापासून अपशिष्ट प्रवाहांचा उद्‌भव होतो. अन्य संकीर्ण अपशिष्टांचा उद्‌भव सर्व फळांच्या प्रक्रियात अनिवार्यतया एकसमान नसलेल्या विशिष्ट क्रियांतून होतो.

मुख्य तीन सायट्रस (जातीची) संत्री, मोसंबी, आणि पपनस (ग्रेप फ्रूट) या फळांवर सामान्यतः एकत्र प्रक्रिया करुन त्यातून डब्यात भरलेला (canned) सायट्रस रस, त्याची सांद्रणें आणि तेले, सुके पीठ, काकवी आणि अन्य उपपदार्थ तयार करण्यात येतात. सायट्रस फळांच्या प्रक्रियांतील द्रव–अपशिष्टात, शीतनजल, पेक्टिन–अपशिष्टे, गर पिळून काढलेला रस प्रक्रिया–संयंत्रातील अपशिष्टे आणि फरशी धुतलेले पाणी, यांचा अंतर्भाव असतो. सायट्रस कॅनरी अपशिष्ट हे साली, कपटे आणि फळातील बीयांचे मिश्रण असते. त्यात धावन कार्यांतील अतिरिक्त रस आणि खराब फळांचा अंतर्भाव असतो.

२२-३ कॅनरी - अपशिष्टांचे गुणधर्म –

अपशिष्ट जलांची राशि आणि गुणधर्म वेगवेगळ्या संयंत्रांत तसेच त्याच संयंत्रात दररोज बऱ्याच अंशाने बदलत असतात. सॅनबोर्नने (१३४) सादर केलेल्या माहितीवरुन **अपशिष्टांची**

गाळल्यानंतरची विविधता नजरेस येते (को. २२–१) एकेन्फेल्डरने (५८). कॅनरी अपशिष्टांचे गुणधर्मांविषयी जादा माहिती (को २२-२) दिली आहे.

सायट्रस कॅनरी अपशिष्ट साफ केल्यानंतरचा श्लेष्मयुक्त असमान ८३ टक्के आर्द्रतांश असलेल्या द्रव्याचे बनलेले असते. संत्रे, मोसंबी व ग्रेपफ्रूटच्या ७०० टन फळावर रोज प्रक्रिया केलेल्या आणि ६ टन (BOD) असलेल्या, दर दिवशी ०.७ द. लक्ष गॅलन अपशिष्ट निर्माण झालेल्या कॅनरीतील अपशिष्टांचा संपूर्ण तपशील लड्विग आणि इतरांनी को. २२.३ मध्ये दिला आहे.

कोष्टक २२–१

कॅनरी अपशिष्टांची राशि आणि गुणधर्म (१३४)

पदार्थ	दर पेटीतील राशी/गॅलन	५ दिवसांचा BOD ppm	तरंगते घनपदार्थ ppm
ॲस्परेगस	७८	१००	३०
हिरव्या अगर मेणचट शेंगा	२६–४४	१६०–६००	६०–८५
लिमा शेंगा	२०–२५७	१८९–४५०	४२२
उकडलेल्या शेंगा	३५	९२५–१४४०	२२४
बीट	२७–६५	१५८०–५४८०	७२०–२१८८
मुळे	२३	५२०–३०३०	१८३०
सार्याच्या प्रकारचा मका	२४	६२३	३०२
मका, संपूर्ण दाणे	२५–७०	११२३–६०२५	३००–४०००
वाटाणे	१४–५६	३८०–४७००	२७२–४००
मश्रूम	९६००*	७६–३९०	५०–२४२
गोड बटाटे	३५००*	२९५	६१०
पांढरे बटाटे	†	२००–२९००	९९०–११८०
काकडी	२०–४२	२८५०–६८७५	७८५–३५००
सावर क्रॉट	१६०	२८०–७३०	९०–५८०
ॲपल सॉस	†	१६८५–३४५३	
ॲप्रिकॉट	५७–८०	२००–१०२०	२६०
सबंध टामॅटो	३-१५	५७०–४०००	१९०–२०००
टामॅटोंचा रस	३८–१००	१७८–३८८०	१७०–११६८

* दर टनास † दिले नाही

कोष्टक २२–२

कॅनरी-अपशिष्टाचे गुणधर्म (५०)

अपशिष्टाचा प्रकार	अपशिष्ट प्रवाह गॅ./पेटी	BOD ppm	तरंगते घन-पदार्थ, ppm
टामॅटो	४.५–७८०	६१६–१८७०	५५०–९२५
मका	३०–११६	८८५–२९३६	५३०–२३२५
हिरव्या शेंगा	१०४.५	९३	२९१
हिरव्या शेंगा व मका (कॉर्न)	९९.५	२७०	२६४
मिश्र भाज्या	१२.२	७५०	५९३
पियर	३२.४–४२.५	२३८–४६८	३४०–०७
पीच	३७.४	१०७०	२५०
सफरचंदे	२६.८	१६००	३००
पेरी	१६.०	८००	१८५

कोष्टक २३–३

सायट्रसच्या अपशिष्टाची रचना (१०४)

अपशिष्टाचा प्रकार	अपशिष्ट प्रवाह, गॅ. दि	BOD ppm	तरंगते घन पदार्थ ppm
शीतन – जल	२८५०००	१००	७६५
पेक्टीन – अपशिष्ट	२२५०००	२७२०	१७९०
गर पिळून काढलेला द्रव	१२००००	९८५०	७८०
प्रक्रिया संयंत्रातील अपशिष्ट	४००००	३२३०	३४००
फरशी धुलाई	३००००	९७०	६८५
संयुक्त अपशिष्टे		२१००	७२००

कोष्टक २२-४

सायट्रस – अपशिष्टे (१७१)

संयंत्र अथवा प्रक्रिया	प्रवाह, द. दि. गॅलन	BOD, ppm	BOD/ १००० पेट्या	तरंगते घन-पदार्थ ppm
रस				
पपनसाचे	१५८६१०–८१३२००	१८२	१२.७–४३.१	२५–८
(ग्रेप फूट) चे विभाजन	२११७००–४२०२६०	८७३ - ९४५	३८४-८८७	१२४–१४०
संत्र्यांच्या रसाचे सांद्रण (चार संयंत्रांची सरासरी)	२३९६५००	८२	५७.१*	२०

* दर हजार गॅलन संघनकाकरता

फ्लॉरिडातील सायट्रसच्या संयंत्रातील अपशिष्टांसंबंधी वेक्फील्डने (१७१) जी माहिती दिली आहे ती आम्ही को. २२-४ मध्ये पुनः उधृत केली आहे. तसेच, त्याच संयंत्रातील तेच पदार्थ तयार होणाऱ्या कॅनरी अपशिष्टाच्या BOD चे विचरण सॅनबोर्नने (१३४) (को. २२–५) दाखविले आहे.

२२–४ सीलबंद डब्यांच्या कारखान्यातील अपशिष्टावरील उपचार

कॅनिंग हा केवळ मोसमात चालू असणारा धंदा आहे. म्हणून कॅनरी–अपशिष्टांच्या उपचारणात अनन्य समस्या निर्माण होतात. एका विशिष्ट संयंत्रात सर्वांत जास्त सोयीस्कर असणाऱ्या उपचाराच्या प्रकाराची निवड करताना दोन तऱ्हेच्या विचारांचे मार्गदर्शन घ्यावे लागते. एकात अपशिष्टांच्या राशी आणि गुणधर्मांच्या व लागणाऱ्या उपचारणाच्या मानक पैलूंचा समावेश असतो आणि दुसऱ्यात पॅकबंदीची कालगणना आणि कालावधीच्या अनन्य परिस्थिती विचारात घेतल्या जातात. चाळून, रासायनिक अवक्षेपण करून कॅनरी अपशिष्टांचे उपचारण अत्यंत यशस्वीपणे करता येते. पाचन आणि जैवी निस्यंदनाचाही उपयोग करण्यात येतो पण त्याचे प्रमाण कमी असते.

अंतिम उपचारण करून अपशिष्टे संग्राही नाल्यात अगर नागरी अपशिष्ट–जलव्यवस्थेत सोडण्यापूर्वी त्यातील मोठाले घनपदार्थ काढून टाकण्यासाठी ते चाळून घेणे ही अभिकल्पनातील

पहिली पायरी असते. (जाळीचा आकार १२ ते ३० पर्यंत वेगवेगळया असलेल्या परिभ्रामी अथवा स्पंदनी प्रकारच्या यंत्रचलित चाळण्या वापरण्यात येतात. नमुनेदार चाळणभार दर १००० गॅलन अपशिष्टास सरासरी अदमासे ४० पौंड असतो. स्पंदनी चाळण्यातून ७० आणि९५ टक्क्यांच्या दरम्यान (उत्पादनावर अवलंबून) आर्द्रता असलेले घनपदार्थ चाळण्यात येतात. चाळण केल्याने BOD चे किंचितच लघुकरण होते. चाळणीवर राहिलेल्या अपशिष्टांची विविध

कोष्टक २२–५

कॅनरी अपशिष्ट विचरण (१३४)

पदार्थ	अपशिष्टांचा उद्भव	BOD, ppm
वाटाणे	वाटाण्याचे धावक	३७००
	विवर्णकातील (blancher) परिवाह	१३८१५
	विवर्णकातील साठे	३४४९०
	सायलेज बनविण्याच्या साठ्यातील द्रव	३५०००–७८०००
मका	मका धावक	२८००
	सबंध गराचा धावक	७०००
	सायलेज बनविण्याच्या साठ्यातील द्रव	२२०००–३३०००
किडनी बीन्स (शेंगा)	भिजवण जल	१०५००
	विवर्णक	३६००
चेरी, आंबट	पिटर (ड्रिपेज) गळती	३८०००–५५०००
	पिटफ्ल्यूम जल	९५०–३३३०
पपनस भाग	विभाजन टेबले	२४८०
	एक्झॉस्ट पेटीतील परिवाह	१०००
	फरशी धुतलेले पाणी	४०००
	साली टाकण्याच्या कुंडीतील गळती	५००००

प्रकारे विल्हेवाट करता येते. ते जमिनीवर पसरता येते, स्वास्थ्यविषयक भरावाकरता वापरता येते, सुकवून जाळता येते, अथवा जनावरांचे पूरक अन्न म्हणून वापरता येते.

अन्य उपचारण पद्धतींच्या जोडीने केलेले रासायनिक अवक्षेपण, pH चे समायोजन, करण्याकरता व अपशिष्टांतील घनपदार्थांचे सांद्रण कमी करण्याकरता, वापरण्यात येते. सफरचंद टोमॅटो, आणि चेरीच्या अपशिष्टांवर उपचारण करण्यात ते फार प्रभावी ठरले आहे. फेरिक लवणे अथवा अल्युमिनेटमुळे आणि चुन्यामुळे BOD चे ४० ते ५० टक्के लघुकरण झाले. चाळलेल्या दर १००० गॅलन अपशिष्टास सुमारे ५ ते १० पौंड चुना अधिक १ ते ८ पौंड फेरस सल्फेट अगर तुरटी ही मात्रेची प्रमाणे असतात. रासायनिक अवक्षेपणामुळे अवमलाची १० ते १५ टक्के राशी बनते, ती सामान्यपणे वाळूच्या संस्तरावर कोणतीही दुर्गंधी न येता सुमारे एक आठवड्यात सुकून जाते.

खांजणातील उपचारणात (वातजीवी आणि वात निरपेक्ष अशा दोन्ही) जैवी क्रिया अवसादन, मृदावशोषण, बाष्पीभवन आणि तनुकरण यांचा संबंध येतो. जेव्हा पुरेशी जमीन उपलब्ध असते तेव्हा कॅनरी-अपशिष्ट उपचारणाची खांजणीकरण ही एकमेव व्यवहार्य व काट-कसरीचीं पद्धत आहे असा दावा कांही अभियंते करतात. ज्या खांजणात वातजीवी परिस्थिती टिकून राहात नाही तेथे त्रासदायक दुर्गन्धी निर्माण होते. आणि डास व इतर कीटकांच्या जननास जागा उपलब्ध होते. ही दुर्गन्धी नाहीशी करण्यासाठी $NaNO_3$ चा उपयोग करणेत येतो व त्यावेळी प्रयुक्त ऑक्सिजन मागणीच्या २० टक्क्याइतकी त्याची मात्रा ठेवण्यात येते. क्र. २ च्या दर हजार पेट्यांकरिता ही मात्रा साधारणपणे २० ने २०० पौंड असते. तथापि पूर्ण उपचारणाकरता $NaNO_3$ने उपचारित खांजणांचा वापर करणे खर्चाच्या दृष्टीने अव्यवहार्य ठरण्याचा संभव असतो, कारण त्यात अपशिष्टांच्या मोठ्या राशींचा संबंध येतो. तसेच वाटाण्याच्या अपशिष्टासारख्या तीव्र अपशिष्टांच्या बाबतीत $NaNO_3$चा उपचार करूनही दुर्गन्धी टिकून राहण्याची शक्यता असते. मच्छर आणि अन्य कीटकांचा उपद्रव कमी करण्यासाठी आणि कांहींच्या बाबतीत ह्या खांजणात सुटणाऱ्या दुर्गन्धीशी सामना करण्यासाठी पृष्ठभागावर फवारणी केली जाते. जेथे भूजलाच्या स्थानाजवळ खांजणे खोदण्यात येतात तेथे विशेषतः त्यातून होणाऱ्या झिरपणाचा विचार केला पाहिजे.

जेथे वनस्पतींना अपशिष्ट रोगमूलक व विषाक्त होत नाही अशा ठिकाणी वापरण्यात येणारी फवारणी सिंचाई ही आणखी एक काटकसरीची आणि आक्षेपार्ह नसलेली पद्धती आहे; त्या पद्धतीत कॅनरी अपशिष्टांचीसुद्धा विल्हेवाट करता येते. अपशिष्ट-जलाचे अवशोषण करण्याच्या फवारणी क्षेत्राच्या क्षमतेप्रमाणे तिच्या वापरावर प्रामुख्याने मर्यादा पडते. वनस्पती

आणि मातीमधून अपशिष्ट झिरपत असताना BOD चे उच्च प्रमाणात लघुकरण होण्याची अपेक्षा असते. काही फवारणी सिंचाईचीं संपादणूक को. २२-६ (५०) मध्ये दाखविली आहे. उंचवटे व चरांची अथवा अवशोषण स्तरांची सिंचाई तुलनेने उच्च जलावशोषण क्षमता असलेल्या जमिनीपुरतीच मर्यादित असते. कायम चराऊ जमिनीतल्या गवताला (अल्फा अल्फा) गवतापेक्षा अधिक जड सेंद्रिय भार हाताळता येतो. जरी फवारणी सिंचाईच्या जोडीने विचूर्णनाचा (comminution) एकमेव वापर यशस्वीपणे करता आला तरी सिंचाईपूर्वी अपशिष्टाचे चाळण करावे.

कॅनरी अपशिष्टातील ऑक्सिजन मागणारी द्रव्येसुद्धा जैवी ऑक्सिकरणाने काढून टाकता येतात. मोसमी परिस्थित्यनुरूप जेव्हा परिचालन सीमित होते तेव्हा जैवी ऑक्सीकरण–सुविधावरील भांडवली गुंतवणुकीचे समर्थन करणे कठीण असते. तथापि, अनेक उदाहरणात, कॅनरी अपशिष्टे घरगुती वाहितमलात एकत्रित करता येतात व नंतर जैवी ऑक्सीकरणाने व्यावहारिक व काटकसरीची सोडवणूक होऊ शकते. ठिबकणाऱ्या उच्चगति निस्यंदकानी वाटाणे, हिरवी शेंग, आणि टोमॅटो अपशिष्टातून ९७ टक्क्याइतका BOD कमी करता आला. ९० टक्क्याइतका निष्कासन वेग असणाऱ्या निस्यंदकावरील भारण दर दिवशी दर घनयार्डास ०.५ पासून

कोष्टक २२–६

फवारणी सिंचाईची क्षमता (५०)

पदार्थ	पंपाचा वेग द. मि. स. ग्रॅ.	एकूण सिंचित क्षेत्र एकर	प्रयुक्तीची मात्रा ग्रॅ /एकर	प्रयुक्तीची सरासरी मात्रा इंच/दि.	सरासरी भारण पौं.BOD /एकर/ दिवस	सरासरी भारण तरंगते घनपदार्थ पौं/ए./दि.
टोमॅटो	१०००	५.६३	१७८	२ ९६	४१३	३६४
	५५०	६.४	८६	०.७०	१५५	१३९
मका (कॉर्न)	३५०	२.२८	१५३.५	३.३५	८६४	५००
ॲस्परेगस आणि शेंगा	२५३	०.९	२८२	३.५	२२.५	३५६
टोमॅटो, मका आणि लीमा शेंगा	४३०	९.१८	४३.८	०.३७५	४०.५	१४७
लिमा शेंगा	४३०	६.६५	६५	०.३७५	६५	४६
चेरी	२१६	२.२४	९६.५	३.६१	८०७	६५४

२.० पौंडाच्या व्याप्तीत असते. सायडर, सफरचंद, चेरी, टोमॅटो, आणि सायट्रसच्या अपशि-ष्टांवर ठिबकणाऱ्या निस्यंदकातून यशस्वीपणे उपचारण करण्यात आले आहे. स्वच्छ, गंधरहित किमान ९० प्रतिशत् BOD चे लघुकरण झालेला सायट्रस अपशिष्टाचा निःस्राव निर्माण कर-ण्यासाठी उत्प्रेरित–अवमल उपचारणही वापरण्यात आले आहे. मिश्र कॅनरी अपशिष्टे रूढ उत्प्रेरित - अवमल संयंत्रात हाताळून, त्यातील १३५० ते १५०० ppm च्या व्याप्तीत अस-लेला BOD ९१ ते ९५ टक्क्यांनी कमी करता आला आहे. दर पौंड अवमलास द. दि. १.७ ते २.५ पौंड BOD भारण असताना अवरोधन काल तीन पासून पांच तासाइतका बदलता असतो.

संदर्भ - सीलबंद डब्यांच्या कारखान्यातील अपशिष्टे

१ अॅडॅम्स, एस. एल : 'युटिलायझेन ऑफ कॅनरी फ्रूट वेस्ट बाय कंटीन्युअस फर्मेंटेशन' पत्रिका क्र २०७, वॉशिंग्टन राज्य तांत्रिक संस्था. मार्च १९५०

२ अॅडॅम्स, एस. एल; ' फ्रूट वेस्ट, कॅनरी, युटिलायझेशन बाय कंटीन्यूअस फर्मेंटेशन' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ७, ९२७, (जूलै १९५४)

३ अर्नोल्ड, पी. टी. डी., आर बी. बेकर, आणि डब्ल्यू एन. नील, 'दि फीडिंग व्हॅल्यू अँड न्यूट्रीटिव्ह प्रॉपर्टीज ऑफ सायट्रस बाय प्रॉडक्टस, 'पत्रिका क्र ३५४, फ्लॉरिडा, कृषिविष-यक प्रायोगिक केंद्र १९४१

४ अॅट्किन्स, सी डी; ई. बीडरहोल्ड, आणि ई. एल. मूर, व्हिटॅमिन C कंटेंट ऑफ प्रोसेसिंग रेसिडयूज फ्रॉम फ्लॉरिडा सायट्रस फ्रूट्स, ' फळपदार्थसिंबंधीचे नियतकालीक २४ (१९४५) पा. २६०

५ बेकर, सी एम , पी 'कॅनिंग वेस्ट डिस्पोजल,' 'कॅनिंग एज, ६ (१९ ५) पा. ८९५

६ बेकर, सी. एम., एल. एफ वॉरिक, आणि जे. पी. स्मिथ, 'ट्रीटमेंट ऑफ पी कनिंग वेस्टस, 'व्हिस्कॉन्सिन राज्यस्वास्थ्य मंडळ १९२६

७ बीडलर, जे. डब्ल्यू; 'अॅपल, चेरी, अँड टोमॅटो वेस्ट ट्रीटमेंट' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यु विश्वविद्यालय (मे १९५२) पा. १५६

८ बेन्सन, एछ. के; 'इंडस्ट्रियल युटिलायझेशन ऑफ कॅनरी वेस्ट,' 'सिव्हिल इंजनिअरिंग खाते, वॉशिंग्टन विश्वविद्यालय, (एप्रिल २८, १९४९)

९ बिलिंग, सी. एछ.; 'सायट्रस वेस्ट, ट्रीट्मेंट एक्स्पेरिमेंट्स, इन टेक्सास, 'स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १३, ४, ८४७ (जूलै १९४१)

१० ब्लॅक, एछ. एछ; 'ट्रीटिंग कॉर्न कॅनरी वेस्ट्स, 'कॅनिंग एज २३ (मे १९४२) पा. ३२५

११ ब्लॅक, एछ. एछ; 'ट्रीटिंग कॉर्न कॅनरी वेस्ट्स 'स्युवेज अँड इंडट्रियल वेस्ट्स,' १४, ४, ९२८ (जूलै १९४२)

१२ बोल्टन, पी. ' कॅनरी वेस्ट डिस्पोजल बाय फील्ड इरिगेशन,' फूड पॅकर, २८. ९, ४२ (सप्टेंबर १९४७)

१३ बोल्टन, पी., ' दि डिस्पोजल ऑफ कॅनिग वेस्ट बाय इरिगेशन,' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट समेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९४७) पा २७३

१४ बॉर्डेन्का, सी, आणि आर, के. ॲलिसन, 'L– कॅव्हॉन ॲन्ड d–लिमोनीन' 'स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ५, ६८४ (मे १९५२)

१५ ब्राऊन, एछ, डी; एछ. एन-हॉल; आणि डब्ल्यू डी शीट्स ' कॅनरी वेस्ट डिस्पोजल बाय इरिगेशन, ' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ६, २०४ (जूलै–ऑगस्ट १९५६)

१६ बस्वेल, ए एम., 'सोडियम नायट्रेट रीऍक्शन्स इन स्टॅबिलायझिंग ऑर्ग्रॅनिक वेस्ट्स स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ४, ६२८ (जूलै १९४५)

१७ कॅनहॅम आर. ए., 'ॲनिरोबिक ट्रीटमेंट ऑफ फुड कॅनिंग वेस्ट, '५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, नोव्हेंबर १९४९

१८ कॅनहॅम, आर. ए., आणि डी. ई. ब्लडगुड, 'ॲनिरोबिक डायजेशन ऑफ टोमॅटो ॲन्ड पम्किन वेस्ट्स, स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रीयल वेस्ट्स, २२, ८, १०९५ (ऑगस्ट १९५०)

१९ कॅनहॅम, आर. ए., "ॲनिरोबिक ट्रीटमेंट ऑफ फुड कॅनिंग वेस्ट्स," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३,५,६९५ (मे १९५१)

२० कॅनहॅम आर. ए., "सम प्रॉब्लेम्स एन्कौंटर्ड इन स्प्रे इरिगेशन ऑफ कॅनिंग वेस्ट," १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यु विश्वविद्यालय, मे १९५५.

२१ कॅनहॅम, आर. ए., "वेस्ट हॅंडलिंग प्रॉब्लेम्स कॉमन टू दि कॅनॅडियन अँड यू. एस. कॅनिंग इंडस्ट्रीज, "४ थे ऑटॅरियो अपशिष्ट संमेलन (जून १९५७) पा. ११३–१२८

२२ कॅनहॅम, आर. ए, "कॉमिन्यूटेड सॉलिड्स इनक्ल्यूजन वुइथ स्प्रे–इरिगेटेड कॅनिंग वेस्ट, "स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०,८,१०२८ (ऑगस्ट १९५८)

२३ "कॅनरी वेस्ट्स," ओहायओ नदी सर्वेक्षण पुरवणी D, युनायटेड स्टेट्स सार्व–जनिक स्वास्थ्य सेवा, १९४३, पा. १०४७

२४ कार्पेंटर, डब्ल्यू. टी., "सोडियम नायट्रेट यूस्ड टू कंट्रोल नुइजन्स," वॉटर वर्क्स अँड स्युवरेज, ७९,५,१७५ (मे १९३२)

२५ कॉल्कर, डी. ए., आणि आर. के एस्क्यू 'प्रोसेसिंग व्हेजिटेबल वेस्ट्स फॉर हाय प्रोटीन, हाय–व्हिटॅमिन लीफ मील्स,' पूर्व प्रादेशिक संशोधन शाळा, ब्यूरो ऑफ ॲग्रि–कल्चर अँड इंडस्ट्रियल केमिस्ट्री, परिपत्रक AIC – ७८, १९४५.

२६ क्रिस्ट, एम. एल. 'इंडस्ट्रियल वेस्ट्स : स्युवेज ४ : १,' स्युवेज वर्क्स इंजिनिअरिंग ॲन्ड म्युनिसिपल सॅनिटेशन, १८,४,२०७ (एप्रिल १९४७)

२७ 'डीहायड्रेटिंग कॅनिंग वेस्ट,' फुड पॅकर २८,७,४० जुलै १९४७)

२८ ड मार्टिनी, एफ. ई, डब्ल्यू. ए. मूर, आणि जी–ई Terhoeven ' फुड डी. हायड्रेशन वेस्ट्स," १९१ वी पुरवणी, युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, १९४६

२९ डेनिस, जे. एम. 'स्प्रे इरिगेशन,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ५, ५९१ (में १९५३)

३० डिकिन्सन, डी. 'प्यूरिफिकेशन ऑफ वेस्ट्स फ्रॉम फ्रूट ॲन्ड व्हेजिटेबल कॅनरीज,' सर्व्हेअर १०५, क्र २८६६,१०००–१००४ (डिसेंम्बर १९४६).

३१ डिकिन्सन, डी, 'फ्रूट अँड व्हेजिटेबल वेस्ट्स, कॅरॅक्टर ॲड डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १७,५,१०४ D (सप्टेंबर १९४५), १९,३,५३३ (मे १९४७)

३२ डिकिन्सन, डी., 'पर्फॉमिन्स ऑफ रीसर्क्युलेटिंग प्लँट फॉर प्यूरिफिकेशन इन बॉयॉ-लॉजिकल फिल्टर्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१,७,७५७ (१९४९)

३३ डॉघर्टी आर. जे., 'दि ट्रीटमेंट ऑफ फ्रूट प्रोसेसिंग वेस्ट्स,' स्युवेज ॲड इंडस्ट्रि–यल वेस्ट्स २४,७,९२५ (जुलै १९५२)

३४ डॉघर्टी, एम. एछ., आणि आर. आर. मॅकरॅरी, 'ॲक्टिव्टेहेड सायट्रस स्लज, ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७,७,८२१ (जुलै १९५५)

३५ डॉघर्टी, एम. एछ. आणि आर. आर. मॅकनरी, 'ॲक्टिव्हेंटेड सायट्रस स्लज, व्हिटॅमिन अँड फीड पोटेंशिअल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०,९,११५१ (सप्टेंबर १९५८)

३६ डॉघर्टी, एम. एछ; आणि आर. आर. मॅक्नॅरी, 'ॲक्टिव्हेटेंड स्लज, टेंपरेचर इफेक्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस ३०, १०, १२६३ (ऑक्टोबर १९५८)

३७ डॉघर्टी, एम. एछ; आर. डब्ल्यू. वॉलफर्ड, आणि आर. आर. मॅक्नॅरी 'ॲक्टिव्हे-टेड स्लज ट्रीटमेंट–लॅबोरेटरी स्टडी' स्युवेज, अँड 'इंडस्ट्रियल वेस्टस २७, ७, ८२१, (जुलै १९५५)

३८ डॉघर्टी, एम. एछ; आर. डब्ल्यू. वॉलफर्ड, आणि आर. आर. मॅकनॅरी ' सायट्रस वेस्टस वॉटर ट्रीटमेंट ऑफ ॲक्टिव्हेटेड स्लज' स्युवेज अँड इंडस्ट्रीयल वेस्टस २७, ७, ८२१ (जुलै १९५५)

३९ डॉघर्टी, आर. जे., " दि ट्रीटमेंट ऑफ फुड प्रोसेसिंग वेस्ट्स,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट सम्मेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, फेब्रुवारी १९५१

४० ड्रेक, जे. ए. ' स्ट्रेंग्थ ऑफ वेस्ट फ्रॉम फ्रोजन प्रोसेसिंग,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, नोव्हेम्बर १९४९.

४१ ड्रेक, जे. ए. आणि एफ. के. बिअरी, " डिस्पोजल ऑफ लिक्वीड वेस्ट बाय दि इरिगेशन मेथड ॲट व्हेजिटेबल कॅनिंग प्लँट्स इन मिनेसोटा, १९४८-१९५०, " ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही पडर्यू विश्वविद्यालय, फेब्रुवारी १९५१.

४२ ड्रेक, जे. ए. आणि एफ. के. बिअरी, " स्ट्रेंग्थ ऑफ वेस्ट्स फ्रॉम फ्रोजन फूड प्रोसेसिंग, " स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५, ६९३ (मे १९५१)

४३ ड्रेक, जे. ए. आणि एफ. के. बिअरी 'व्हेजिटेबल कॅनिंग वेस्टस, डिस्पोजल बाय इरिगेशन इन मिनेसोटा,' स्युवेज ॲड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ६, ८०३ (जून १९५२)

४४ डंकन, जे. जी; 'टोटल ऑक्सिडेशन ॲज अप्लाईड टू कॅनरी वेस्ट्स' ५१ वे ओटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन, (मे १९५८) पा. २८-३२

४५ डन्स्टन, जी. एछ; आणि जे. व्ही. लन्स्फोर्ड, 'इरिगेशन डिस्पोजल फील्ड स्टडीज' स्युवेज ॲड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, ७, ८२७ (जुलै १९५५)

४६ डन्स्टन, जी, एछ; जी. व्ही. लीटे आणि जे. व्ही. लन्स्फोर्ड, 'ब्लॅन्चर वेस्ट डिस्पोजल बाय ट्रिक्लिग फिल्ट्रेशन, ' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, २, ६० (नोव्हेंबर १९५५)

४७ डन्स्टन, जी एछ; आणि जे. व्ही. लन्स्फोर्ड, 'कॅनरी वेस्ट डिस्पोजल बाय इरिगेशन,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, ७, ८२७ (जुलै १९५५)

४८ ईस्ट, सी. ए; 'मॉडर्न स्यूवेज ट्रीटमेंट प्लँट ॲट व्हेर्नॉन, ब्रिटिश कोलंबिया' इंजनिअरिंग ॲड कॉंट्रॅक्ट रेकॉर्ड, ५३, ४३, ११ (ऑक्टोबर १९४०)

४९ एकेन्फेल्डर, डब्ल्यू. डब्ल्यू; 'पायलट प्लँट इन्व्हेस्टिगेशन्स ऑफ बायॉलॉजिकल स्लज ट्रीटमेंट ऑफ कॅनरी ॲड रिलेटेड वेस्ट' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९५२) पा. १८१

५० एकेन्फेल्डर, डब्ल्यू. डब्ल्यू; ' स्टडी ऑफ फ्रूट ॲड व्हेजिटेबल प्रोसेसिंग वेस्ट डिस्पोजल मेथड्स इन दि ईस्टर्न रीजन' अंतिम अहवाल, न्यूयॉर्क राज्य कॅनरी संघ १९५८

५१ एकेन्फेल्डर, डब्ल्यू. डब्ल्यू; आणि ई. आर. ग्रिश, 'प्लँट स्केल स्टडीज ऑन बायॉलॉजिकल ऑक्सिडेशन ऑफ कॅनरी वेस्ट.' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही पडर्यु विश्वविद्यालय, (मे १९५५)

५२ एल्ड्रिज, ई. एफ; 'एक्स्पीरिअन्स वुइथ स्पेशल कॅनरी वेस्ट-बीट्स, टोमॅटोज अँड स्क्वॉश' ७८ व परिपत्रक, मिशिगन राज्य अभियांत्रिकी महाविद्यालयीन प्रयोग केंद्र, १९३८ पा. ३-१३

५३ एल्ड्रिज, ई. एफ; 'दि ट्रीटमेंट ऑफ रेड बीट, टोमॅटो, अँड स्क्वॉश कॅनरी वेस्ट्स, ८३ वे परिपत्रक, मिशिगन राज्य अभियांत्रिकी महाविद्यालयीन प्रयोग केंद्र, १९३८, पा. १५-२२

५४ एल्ड्रिल, ई. एफ; 'ट्रीटमेंट ऑफ रेड बीट, टोमॅटो अँड स्क्वॉश वेस्ट' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १०, ५, ९१४ (सप्टेंबर १९३८) ११, ४, ७१२ (जुलै १९३९)

५५ एल्ड्रिज, ई. एफ; 'सिंपोझियम ऑन इंडस्ट्रियल वेस्टस-कॅनिंग इंडस्ट्री,' इंडस्ट्रियल अॅन्ड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३९, ५. ६१९ (मे १९४५)

५६ एल्ड्रिज, ई, एफ; 'ट्रक अँड व्हेजिटेबल वेस्ट डिस्पोजल प्रॅक्टिसेस रिव्ह्यू' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस २०, ४, ७७३ (जुलै १९४८)

५७ एरिक्सन, एफ. के. 'ट्रीटमेंट व्हर्सस युटिलायझेशन ऑफ कॅनरी वेस्ट्स' औद्योगिक अपशिष्टांवरील समेलनाची कार्यवाही, सिव्हिल अभियांत्रिकी विभाग, वॉशिंग्टन विश्वविद्यालय (एप्रिल २८, १९४९)

५८ एव्हर्टस, डब्ल्यू. एस; 'डिस्पोजल ऑफ वेस्ट्स फ्रॉम फ्रूट अँड व्हेजिटेबल कॅन-रीज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स १६, ५, ८४४ (सप्टेंबर १९४४)

५९ फ्ल्यूस्टल, आय. सी. आणि जे. एछ. थॉम्सन, 'पियर कॅनिंग वेस्ट मे बी व्हॅल्यु-एबल फॉर यीस्ट कल्चर' वेस्टर्न कॅनर अँड पॅकर, ३८, ४, ६० (एप्रिल १९४६)

६० फॉली, एम. बी; आर. जे मॉटरर आणि जी. जे. डस्टिन, 'एरोबिक ऑक्सिडेशन ऑफ कॉर्न वेट मिलिंग प्रोसेस' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्व विद्यालय, (मे १९५४) पा. १७३

६१ फॉली, एम. बी; आर. जे. मॉटरर आणि जी. जे. डस्टिन, 'एरोबिक ऑक्सि-डेशन ऑफ कॉर्न वेट मिलिंग वेस्ट' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५५)

६२ Froehlich, सी. डब्ल्यू; 'फ्रूट अँड व्हेजिटेबल वेस्ट डिस्पोजल टू पब्लिक स्युवर्स अॅट फुलर्टन, कॅलिफो,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स १६, ५, ९४० (सप्टेंबर १९४४)

६३ 'फ्रूट अँट व्हेजिटेबल प्रोसेसिंग वेस्ट्स, अव्हेलेबिलिटी ऑफ सिलेक्टेड बिब्लियॉग्रफी' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २२, ९, ११९१ (सप्टेंबर १९५०)

६४ 'फ्रूट वेस्टस यूज्ड फॉर सोल्यूबल फूड केसिन्ज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ५, ९५७ (सप्टेंबर १९४७)

६५ फर्फी, एछ. जी; आणि जे. बी. ले. 'कंट्री टाऊन स्युवेज; इन्स्टॉलेशन ऑफ शेफर्टन, व्हिक; ट्रीटिंग कॅनरी फॅक्टरी वेस्ट,' कॉमनवेल्थ इंजनिअर २५ (१९३८) पा ४१३

६६ ग्रे, एछ. एफ; आणि एछ. एफ. लडिवग, 'कॅरेक्टरेस्टिक्स अँड ट्रीटमेंट ऑफ पोटॅटो डीहायड्रेशन वेस्टस ' स्युवेज वर्क्स जर्नल, १५, १, ७१ (जानेवारी १९४३)

६७ ग्रीनफील्ड, आर. ई. 'सेफ हॅंडलिंग ऑफ हेक्सेन इन सोयाबीन प्रोसेसिंग' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यु विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१)

६८ ग्रेगरी, टी. आर; आणि जे. एछ. किंबॉल, 'कॅनरी वेस्टस अँड पॅलो आल्टो,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, ९, ४, ६०७ (जूलै १९३५)

६९ हॉल, एछ; डब्ल्यू; 'डिस्पोजल ऑफ सायट्रस वेस्टस' सिव्हिल इंजनिअरिंग १४, १, १५ (जानेवारी १९४४)

७० हॅल्व्हॉर्सन, एछ. ओ; डी. डब्ल्यू. जॉन्सन, आणि एछ, Tsuchiya, 'ट्रीटमेंट ऑफ कॉर्नकॅनरी वेस्ट्स' कॅनर, ९०, ७, १२ (जुलै १९४०); ९०, ८, १२ (ऑगस्ट १९४०)

७१ हार्वूड, एछ. जे; 'फॅट्स– ए सोर्स ऑफ केमिकल्स' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस २४, १२, १५५२ (डिसेंबर १९५२)

७२ हॅट्फील्ड, आर. ई; ई. आर. स्ट्रॉंग, एफ; Hernsohm, एछ. पॉवेल आणि टी. जी. स्टोन, 'कॉर्न प्रॉडक्टस, वेस्ट ट्रीटमेंट, ट्रिक्लिंग पायलट–प्लँट स्टडीज' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २८, १०, १२४० (ऑक्टोबर १९५६)

७३ हर्ट, ओ. एछ; 'टोमॅटो कॅनिंग प्लँट वेस्ट्स,' फुड पॅकर, २८, १०, ४० (ऑक्टोबर १९४७)

७४ हर्ट, ओ. एछ; 'टोमॅटो ॲन्ड पम्किन वेस्ट,' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९४७) पा. २४४

७५ हर्ट, ओ. एछ; 'रिसर्च ऑन एरोबिक ट्रीटमेंट ऑफ कॅनिंग प्लँट वेस्ट' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (सप्टेंबर १९४८)

७६ हर्ट, ओ. एछ; 'रिसर्च इन ॲनिरोबिक ट्रीटमेंट ऑफ कॅनिंग प्लँट वेस्टस,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस,' २२, ८, १०९५ (ऑगस्ट १९५०)

७७ हीड, जे. एल; ड्राइंग सायट्रस कॅनिंग वेस्टस, अँड डिस्पोजिंग ऑफ एफ्ल्युअंट्स' फुड इंडस्ट्रीज, १७, १२, १४७९ (डिसेंबर १९४५)

७८ हीडर, डब्ल्यू; 'इंडियन कॅनरी वेस्ट प्रॉब्लेम अँड डिस्पोजल प्रॅक्टिस' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १८, १, १७० (जानेंआरी १९४६)

७९ होम्स, जे. ए; आणि सी. जे. फिंक, 'सोडियम अल्युमिनेट अॅज ए कोऍग्युलंट इन केमिकल ट्रीटमेंट ऑफ कॅनरी वेस्ट वॉटर्स, इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, २१, २, १५० (फेब्रुवारी १९२९)

८० हॉमॉन, एछ. बी; 'दि प्युरिफिकेशन ऑफ टोमॅटो कॅनरी फॅक्टरी वेस्ट' परि– पत्रक क्र. ११८, युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, १९२१

८१ Hoppe, टी. सी; 'दि डिस्पोजल ऑफ वेस्ट फ्रॉम इव्हॅपोरेटेड सॉल्ट प्रॉडक्शन' ११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यु विश्वविद्यालय, (मे १९५६)

८२ 'हाऊ टू ट्रीट वेस्टस,' फूड इंडस्ट्रीज ९, ८, ४३० (ऑगस्ट १९३७)

८३ हाईड, सी. जी; आणि जी. एल. स्लीव्हॅन, 'ट्रीटमेंट ऑफ सॉलिड अँड लिक्विड वेस्टस फ्रॉम दि प्रोसेसिंग ऑफ फ्रेश फ्रूट्स अँड व्हेजिटेबल इन दी सॅन जोस एरिया,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २२, ४, ५८१ (एप्रिल १९५०)

८४ हाईड, सी. जी. आणि जी. एल. स्लीव्हॅन, 'इंडस्ट्रियल वेस्ट सर्व्हे, सॅन जोस, कॅलिफो,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस २३, ८, १०६० (ऑगस्ट १९५१)

८५ इंगल्स, आर. एस; 'ट्रीटिंग फुड प्रोसेसिंग वेस्ट' ३, ४, ९५ (जुलै – ऑगस्ट १९५८)

८६ इगल्स, आर. एस; 'सायट्रस वेस्ट बायप्रॉडक्ट रिकव्हरी, फ्लॉरिडा,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १७, २, ३२० (मार्च १९४५)

८७ इंगल्स, आर. एस; 'रिव्हयू ऑफ ओल्डर मेथडस फॉर ट्रीटिंग फुड प्रोसेसिंग वेस्टस' इंडस्ट्रियल वेस्टस १, ८, २८८ (नोव्हेंबर-डिसेंबर १९५६)

८८ 'दि इन्व्हेस्टिगेशन ऑफ दि डिस्पोजल ऑफ कॅनिग फॅक्टरी वेस्ट्स अॅट वॉशिंग्टन इलि.' इलिनॉईस वॉटर सर्व्हेसीरीज, क्र. ११, १९१३

८९ 'आयन एक्स्चेंज प्लॅन्ट रिकव्हर्स शुगर फ्रॉम फ्रूट वेस्ट,' फुड इंडस्ट्रीज, १८ (१९४६) पा. १८४६

९० जोन्स, ई. ई., "वेस्ट वॉटर्स फ्रॉम दि मॅन्युफॅक्चर ऑफ सायडर, अॅन्ड देअर ट्रीटमेन्ट इन परकोलेटिंग फिल्टर्स, ' स्यूवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ८, १०९७ (ऑगस्ट १९५०)

९१ जोन्स, बी. आर., 'स्टडीज ऑफ पिग्मेन्टेड नॉन–सल्फर पर्पल बॅक्टीरिया इन रिलेशन टू कॅनरी वेस्ट लगून ओडर्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २८,७,८८३ (जुलै १९५६)

९२ जोन्स, ई. ई, 'डिस्पोजल ऑफ वेस्ट वॉटर्स फ्रॉम दि प्रिपरेशन ऑफ व्हेजिटेबल फॉर ड्राईंग,' जर्नल ऑफ सोसायटी ऑफ केमिकल इंडस्ट्री, लंडन, ६४ (१९४५) पा. ८०

९३ केनेडी, सी. सी., "इंप्रूव्हमेन्ट इन स्युवेज ट्रीटमेंट अॅट स्टॉक्टन, कॅलिफो, अॅज इफेक्टेड इन कॅनरी ऑपरेशन्स," स्युवेज वर्क्स जर्नल, ९,२,२७१ (मार्च १९३७)

९४ केस्टर, ई. बी. आणि जी आर. व्हॅन अॅट्टा, 'मायनर ऑईल प्रोडचूसिंग क्रॉप्स ऑफ दि युनायटेड स्टेट्स," ऑईल अँड सोप, १९, (१९४२) पा. ११९.

९५ किंबॉल, जे. एछ, आणि एछ. एल. मे, "डेव्हलपमेंट इन कॅनरी वेस्ट स्टडीज अॅट पॅलो अॅल्टो, कॅलिफो., स्युवेज वर्क्स जर्नल, १३,४,७३१ (जुलै १९४१)

९६ किंबर्ले, ए. ई., 'प्रोग्रेस रिपोर्ट ऑन कॅनरी वेस्ट ट्रीटमेंट स्टडीज,' ओहायओ राज्य स्वास्थ्य विभाग, १९२७

९७ किंबर्ले, ए. इ., "व्हेजिटेबल वेस्ट्स, विस्कॉन्सिन एक्स्पेरिमेन्टस" स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स ३,३,५५३ (जुलै १९३१) ७,१,१४४ (जानेवारी १९३५), ११,२,३३९ (मार्च १९३९)

९८ लॅकी जे. बी., "सायट्रस वेस्ट ट्रीटमेन्ट, एक्स्पेरिमेंटल अँड अप्लाईड,' ११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५६)

९९ लॅकी, जे. बी, डब्ल्यू. टी. कॅलॅवे, आणि जी. बी. मार्गन, "बायॉलॉजिकल प्यूरिफिकेशन ऑफ सायट्रस वेस्ट,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८,४,५३८ (एप्रिल १९५६)

१०० 'लगूनिन वुइथ सोडियम नायट्रेट, फोरम डिस्कशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५,६,७२० (जून १९५३)

१०१ लेन, एल. सी; 'डिस्पोजल ऑफ लिक्विड अँड सॉलिड वेस्ट्स बाय मीन्स ऑफ स्प्रे इरिगेशन इन दि कॅनिंग अँड डेअरी इंडस्ट्रीज' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९५५)

१०२ लीट, जी. व्ही; जी एछ. डस्टन आणि जे. व्ही. लन्स्फोर्ड, 'ब्लॅन्शर वेस्ट डिस्पोजल बाय ट्रिक्लिंग फिल्ट्रेशन, 'इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, २, ६० (नोव्हेंबर–डिसेंबर १९५५)

१०३ लोगन आर. पी; 'स्कम रिमूव्हल बाय व्हॅक्यूएटर अॅट पॅलो अॅल्टो कॅलिफो,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ९, ७९९ (सप्टेंबर १९४९)

१०४ लड्विग, एछ. एफ. जी. डब्ल्यू. लड्विग आणि जे. ए. फिन्ले, 'सायट्रस बाय-प्रॉडक्ट वेस्ट अॅट ओर्टॅरिओ, कॅलिफो; स्युवेज अँड इंडट्रियल वेस्ट्स,' २३, १०, १२५४ (आक्टोबर १९५१)

१०५ लन्स्फोर्ड, जे. व्ही; 'इफेक्ट ऑफ कॅनरी वेस्ट रिमूव्हल ऑन स्ट्रीम कंडिशन्स' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, ४, ४२८ (एप्रिल १९५७)

१०६ लट्झ, एछ. सी; 'कॅनरी वेस्ट्स, ट्रीटमेंट इन पेन्सिल्व्हानिया' पेन्सिल्व्हानिया वाहित कार्यसंघ, (जून १९३९)

१०७ मॅक् किन्ने, आर, ई; दि यूज ऑफ बायॉलॉजिकल वेस्ट ट्रीटमेंट सिस्टिम फॉर स्टॅबिलायझेशन ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्टस,' ११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५६)

१०८ मॅक किन्ने, आर. ई; एल. Poliakoff, आणि आर. जी. Weichlpin, 'सायट्रस वेस्ट ट्रिटमेंट स्टडीज,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, १०१, ३, १२३ (मार्च १९५४)

१०९ मॅकनॅरी, आर. आर; एम. एछ. डॉघर्टी, आणि आर. डब्ल्यू वूल्फोर्ड, 'डिटर्मिनेशन ऑफ COD' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २९, ८, ८९४ (ऑगस्ट १९५७)

११० मॅकनॅरी, आर. आर; 'सायट्रस कॅनरी वेस्ट डिस्पोजल' स्युवेज वर्क्स जर्नल २१, ५, ६४४ (सप्टेंबर १९४९)

१११ मॅकनॅरी, आर. आर; आर. डब्ल्यू, वूल्फोर्ड. आणि एम. एछ. डॉघर्टी, एक्स्पेरिमेंटल ट्रीटमेंट ऑफ सायट्रस वेस्ट वॉटर,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५८)

११२ मॅक्नॅरी, आर. आर., आर. डब्ल्यू वूल्फोर्ड आणि एम. एछ. डॉघर्टी, "अॅक्टिव्हेटेड स्लज पायलट प्लँट स्टडीज," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८,७,८९४ (जुलै १९५६)

११३ मॅकनॅरी, आर.आर; आर. डब्ल्यु. वूल्फर्ड, आणि एछ. डी. मार्शल, 'पायलट प्लँट ट्रीटमेंट ऑफ सायट्रस वेस्ट वॉटर बाय अॅक्टिव्हेटेड स्लज," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स २८,७,८९४ (जुलै १९५६)

११४ मार्शल, ई. ए., "बीट कॅनिंग वेस्टस्, इफेक्ट्स ऑन स्युवेज ट्रीटमेन्ट अॅट जिनेव्हा' एन. वाय. स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९,२,२६६ (मार्च १९४७)

११५ मिलर, पी. ई; 'कॅनरी वेस्ट्स' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४७) पा.२९३

११६ मॉन्सन, एछ. 'डेव्हलपमेंट ऑफ व्हेजिटेबल कॅनरी वेस्ट डिस्पोजल बाय लँड इरिगेशन ' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५३)

११७ मॉन्सन, एछ. 'कॅनरी वेस्ट डिस्पोजल बाय स्प्रे इरिगेशन आफ्टर टेन इयर्स' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५८)

११८ मॉरिस, आर. एछ; 'व्हेजिटेबल वेस्ट्स, देअर अॅबिलिटी, अॅन्ड युटिलायझेशन, २ न्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (जानेवारी १९४६) पा. ५४

११९ मॉरिस, आर. एछ; 'व्हेजिटेबल वेस्टस, बाय-प्रॉडक्ट युटिलायझेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ६, ११०३ (नोव्हेंबर १९४७)

१२० मॉरिस, आर. एछ; डी. ए. कॉकर आणि एम. एफ Chernoff, 'व्हेजिटेबल वेस्ट्स, अॅव्हेलेबिलिटी अॅन्ड युटिलायझेशन,' पूर्व विभागीय संशोधन प्रयोगशाळा, शेतकी आणि औद्योगिक अभियांत्रिकी केंद्र, परिपत्रक ALC- ५१, १९४४

१२१ नेल्सन, एफ. जी. 'प्रीट्रीटमेंट ऑफ कॅनरी वेस्टस, २०, ३, ५३० (मे १९४८)

१२२ नोल्ट, ए. जे; एछ डब्ल्यू Vonyoesecke, आणि जी. एन. पुल्ले. 'फाड यीस्ट अॅन्ड इंडस्ट्रियल अल्कोहोल फ्रॉम सायट्रस वेस्ट प्रेस जूस,' इंडस्ट्रियल अॅन्ड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री ३४, ६, ६७० (जून १९४२)

१२३ नॉर्गार्ड, जे. टी; आर. हिक्स आणि डी. ए. Reinpch, 'ट्रीटमेंट ऑफ कंबाइन्ड स्युवेज अॅन्ड फ्रूट कॅनिंग वेस्ट्स,' जल प्रदूषण नियंत्रण संघाची परिपत्रिका ३२, १०, १०८८ (ऑक्टोबर १९६०)

१२४ ओ'कोनेला, डब्ल्यू. जे. 'कॅलिफोर्निया व्हेजिटेबल कॅनरी वेस्ट डिस्पोजल प्रॅक्टिसेस' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, ३, २६८ (मार्च १९५७)

१२५ ऑलीव्हिया, जी. ई; आणि सी. एछ, डन्स्टन, 'अॅनिरोबिक डायनेजन ऑफ पी-ब्लॅन्शर वेस्ट' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, १०, ११७१ (ऑक्टोबर १९५५)

१२६ पेन्स, आय. व्ही; 'व्हेजिटेबल वेस्टस. इफेक्ट्स ऑन स्युवेज ट्रीटमेंट अॅट पेरू, इंडि.' स्युवेज, अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १८, ३, ५८५ (मे १९४६)

१२७ पूल, बी. ए. 'रिपोर्ट ऑफ दि १९४६ सिच्युएशन वुइथ रेफरन्स टू वेस्ट्स, फ्रॉम इंडियाना फुड-प्रोसेसिंग इंडस्ट्रीज.' ३ न्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४७)

१२८ पोर्जेस, एन. 'वेस्ट लोडिंग, पॉटॅटो–चिप प्लॅंट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस २४, ९. १००१ (ऑगस्ट १९५२)

दुग्ध व्यवसायातील अपशिष्टे

दूध आणि दुधाचे पदार्थ हाताळणाऱ्या संयंत्राचे ढोबळपणे खालील वर्ग पडतात. संग्राहक (receiving) केंद्रे; बाटल्या भरण्याची संयंत्रे, चीजचे कारखाने, मलईचे कारखाने, संघनक आणि शुष्क दूध, आणि आइस्क्रीमची संयंत्रे

शेतकऱ्यांच्याकडून अनुपचारित दूध गोळा करण्याचे कार्य **संग्राहक केंद्रात** केले जाते. या ठिकाणी बरण्यातून आणलेले दूध वजन करण्याकरता डोण्यात (Vats) ओतण्यात येते, दुधाचे नमुने घेतले जातात आणि नंतर डोण्या टाक्या बसविलेल्या गाड्या अगर ट्रकसमधून प्रक्रिया संयंत्रावर पाठविण्यात येतात. बरण्या, डोण्या, टाक्या, शीतन उपकरणे आणि फरशी धुणे, या कामातून अपशिष्ट निर्माण होते. **बाटल्या भरण्याच्या** संयंत्रात अनुपचारित दूध एकत्र केले जाते. नमुने घेण्यात येतात, वजन केले जाते व दुधाचे निर्मलीकरण, निस्यंदन, पूर्वतापन व आंशिक निर्जीवीकरण (pasteurization) करण्यात येते. नंतर ते थंड करून कांचेच्या अथवा कागदी पात्रात भरून ठेवण्यात येते. तेथील अपशिष्ट–निर्मिती कार्यांत, बाटल्या, पेट्या बरण्या, प्रक्रिया उपकरणे आणि फरशी धुण्याचा अंतर्भाव असतो.

चीज कारखान्यात पूर्ण दूध, मलई, अथवा मलई काढलेले दूध आणण्यात येते आणि त्याचे वजन, पूर्वतापन, निस्यंदन, आंशिक निर्जीवीकरण व शीतन करण्यात येते. नंतर ते चीजच्या डोण्यात (vats) ठेवून तेथे त्यात रेनेट अम्ल व अन्य आंबवणारी द्रव्ये घालण्यात येतात. त्या–मुळे केसीनचे दह्याच्या स्वरूपात विलगन होते नंतर त्यातून पनीरडाल (whey) काढून येऊन पाण्याने चीज धुण्यात येते. (अंतिम पदार्थ जसा हवा असेल त्याप्रमाणे) मलई सारख्या अन्य वस्तू चीजमध्ये मिसळण्यात येतात. नंतर त्यांना आकार देऊन चीज विक्रीकरता पॅकबंद करण्यात येते. मलई कारखान्यात पूर्ण दूध, आंबविलेली मलई अथवा/आणि गोड मलई यांच्या-वर प्रक्रिया करून लोणी आणि अन्य पदार्थ तयार करण्यात येतात. जेव्हा पूर्ण दूध आणण्यात येते तेव्हा दुधातून साय वेगळी करण्याकरता ते अपकेंद्रित केले जाते, साय घुसळून त्यातून लोणी काढण्यात येते आणि वेगळे झालेल्या दूधावर (separated milk) प्रक्रिया करून त्याचे अन्य पदार्थ तयार करण्यात येतात. ते मानवानी अथवा जनावरांनी खाण्यासाठी वापरण्यात येतात.

संघनकात (candensery) पूर्ण दूध अगर दुधाचे अन्य पदार्थ बाष्पीभूत करण्यात येतात व त्यामुळे सांद्रित पदार्थ प्राप्त होतो. गोड न केलेले दूध हा सर्वात महत्वाचा पदार्थ

असतो आणि पूर्ण दुधाचे तापन करून आणि नंतर बाष्पीभवन करून व समस्थितीकरण करून (homogenizing) तो तयार केला जातो. बाष्पीभूत दूध बरण्यात भरून यंत्राने मोहोरबंद करून नंतर त्या बरण्या जीवाणुनाशित (sterilized) करण्यात येतात. बरेचसे तशाच पद्धतीने गोड सांद्रित दूध तयार केले जाते. फरक एवढाच कीं, त्यात साखर घातलेली असते. अन्य सघनक पदार्थात चरबींविरहित सांद्रित दूध, पनीर जल, आणि ताक, यांचा समावेश होतो.

पूर्ण दुधाची अथवा चरबी विरहित क्रीम काढलेल्या दुधाची पूड उत्पादन करण्याकरता शुष्क दुग्ध संयंत्रात वातावरणीय शुष्कन, निर्वात शुष्कन अथवा फवारणी शुष्कन वापरले जाते. आइस्क्रीमच्या संयंत्रात निरनिराळी अनुपाने (fourmula) वापरून विशिष्ट प्रमाणात दुध व दुग्ध-पदार्थात मलई मिसळून ते सुगंधित करण्यात येतात व त्यात साखर (अगर अन्य गोडी आणणारी द्रव्ये) जरूरीपुरती घालून त्यांचे स्थितिकरण केले जाते. त्यातून निर्माण झालेल्या मिश्रणांचे समस्थितिकरण करून व आंशिक निर्जीविकरण करून शीतल केले जाते. नंतर त्यात फळे, कवचफळे (nuts) अथवा खडीसाखर घालून संपूर्ण मिश्रण गोठविण्यात येते.

२२-५. दुग्ध व्यवसायातील अपशिष्टांचा उद्‌भव आणि गुणधर्म

बव्हंशी दुग्ध व्यवसायातील अपशिष्टे पूर्ण दूध, मलई काढलेले दूध, ताक आणि पनीर जल, ही निरनिराळ्या प्रमाणात पातळ केल्याने, अकस्मात अगर मुद्दाम सांडल्यामुळे निर्माण होतात; तसेच प्रक्रिया-उपचारणातील अकार्यक्षम अभिकल्पन आणि परिचालन यामुळे ठिबकणारे जल अपशिष्टात जाऊ दिल्यामुळे व दूध अगर दुग्ध पदार्थ काढून घेण्याकरता वापरण्यात येणाऱ्या क्षारीय अगर अन्य रसायनाच्या तसेच बरण्या, बाटल्या, टाक्या डोण्या, भांडी, नळ्या, पंप, तसेच तप्त कूप, बाष्पीभवन वेटोळी, रव्या, आणि फरशीवरील दग्धशर्करीय (caramelzed) द्रव्य आणि लोणी, चीज, व अन्य पदार्थांतील धावन जलातूनही अपशिष्टे निर्माण होतात.

जरी दुग्ध संयंत्रे बहूतेक वस्त्यातून आढळून येत असली तरी, संयंत्राचे आकार व त्यात तयार केलेले पदार्थ, यांच्यात बराच फरक असतो. तीन भिन्न अन्वेषकांनी रिपोर्ट केलेली दुधातील घटकांची सर्वसाधारण बनावट को. २२-७ मध्ये दिली आहे. ही अपशिष्टे बऱ्याच प्रमाणात उदासीन असतात अगर त्यांची प्रक्रिया किंचित क्षारीय असते, पण ती शीघ्रगतीने अम्लीय होण्याकडे त्यांचा कल असतो कारण (त्यात) दुग्धशर्करेचे लॅक्टिक अम्लात अंबवण होते. जेव्हा प्रवाहातील ऑक्सिजन नाहीसा होतो तेव्हा दुधाच्या अपशिष्टातील लॅक्टोजचे लॅक्टिक अम्लात

परिवर्तन होते आणि परिणामी pH कमी झाल्याने केसीनचे अवक्षेपण होते. चीज संयंत्रातील अपशिष्ट निश्चितपणें अम्लीय असते कारण त्यात चीज-धावनातील पनीरजल असते. दुधाच्या अपशिष्टात (चीज अपशिष्टात आढळून येणारे सूक्ष्म दही वगळल्यास) अगदी अल्प तरंगते द्रव्य असते आणि त्यांचे प्रदूषणकारक परिणाम संपूर्णतया संग्राहक पाण्यावर त्यांनी लादलेल्या ऑक्सिजनच्या मागणीमुळे घडून येतात. केसीनच्या विघटनामुळे निर्माण झालेला दाट काळा अवमल आणि तीव्र ब्युटिरिक-अम्ल दुर्गंधी, हे दुग्ध-अपशिष्टांच्या प्रदूषणाचे वैशिष्टच असते. स्थूलपणे १०० पौंड पूर्ण दुग्धातून सुमारे १० पौंड BOD निर्माण होतो. दुध, दूधाचे उपपदार्थ आणि चीज यांच्या अपशिष्टातील सरासरी अतर्वस्तू को. २२-८ मध्ये दिल्या आहेत.

२२-६. दुग्ध व्यवसायातील अपशिष्टांवरील उपचार –

दुग्ध संयंत्रातील अपशिष्टात सामान्यतः उच्च प्रमाणात विलीन सेंद्रिय द्रव्य असते. BOD अंदाजे १००० ppm असतो आणि pH जवळ जवळ उदासीन असतो. ही अपशिष्टे मुख्यतः विलेय सेंद्रिय द्रव्यांची बनलेली असल्यामुळे जर त्यांचे साठवण केले तर त्यांची आंबण्याकडे प्रवृत्ती असते व वातनिरपेक्ष आणि दुर्गन्धीयुक्त होण्याकडे त्यांचा कल असतो. म्हणून ती जैवी पद्धतीच्या उपचारणास आदर्शपणें प्रतिसाद देतात. वातजीवी प्रक्रिया सर्वात जास्त उपयुक्त असतात. पण संयंत्राची जागा व आकारावर उपचारणाची अंतिम निवड अवलंबून असते. सर्वात

कोष्टक २२-७

पूर्ण दुधाची बनावट

अन्वेषक	पाणी %	चरबी %	प्रथिने केसीन %	प्रथिने अल्युमिन %	प्रथिने एकूण %	लॅक्टोज %	राख %
रॉबर्टस (१०१)	८७.२५	३.८०			३.५०	४.८०	०.६५
एल्ड्रिच (२०)	८७ ३०	३.६०			३.८०	४.५०	०.८५
व्हॅनस्लाईक	८७.१०	३.९०	२.५	०.७	३.२	५ १०	०.७०

जास्त परिणामकारक अशा सामान्य वापरातील सहा रुढ पद्धती खाली दिल्या आहेत. १) वातन २) ठिबकणारे निस्यंदन, ३) उत्प्रेरित अवमल, ४) सिचाई, ५) खांजणें आणि ६) वातनिरपेक्ष पाचन

दुधातील अपशिष्टांचा प्रवाहवेग आणि शक्ती यांत फार विचरण होत असल्याने उपचारासाठी एकसारखे अपशिष्ट राहावे म्हणून त्याचे साठवण (holding) आणि समानीकरण करणें इष्ट असते. उपचारणाचे प्रत्यक्ष साधन म्हणून अथवा जैवी प्रक्रियांच्या आधीचे पूर्व उपचारण म्हणून त्याचे वातन करणें श्रेयस्कर असते. एका दिवसाच्या वातनाने ५० टक्के BOD कमी होतो. आणि लॅक्टोजचे लॅक्टिक अम्लात परिवर्तन होत असताना निर्माण होणारी दुर्गन्धी नाहीशी होते.

कांही द्रव्यांच्या उपस्थितीत दुधाच्या अपशिष्टाचे वातन करून व त्यानंतर काही काळ अवस्थापन करून (त्यातील) BOD चे जास्त प्रमाणात (५० ते ८० टक्के) लघुकरण प्राप्त करता आले आहे. दुधातील अपशिष्टांवर उपचार करण्याकरता **उच्च–गति पुनराभिसरण** निस्यंदक सरसकट वापरण्यात आले आहेत. दोन टप्प्यांच्या कांही निस्यंदकात ९० टक्क्यापेक्षा जास्त BOD कमी करता आला आहे तर एका टप्प्याच्या निस्यंदकात दर घ. यार्डास सुमारे १ पौंड (दर एक फुटास १६१० पौंड BOD), या प्रमाणात भारण केले असताना ७५ ते ८० टक्के BOD चे लघुकरण करता आले.

दुधातील अपशिष्टावर पूर्णपणे उपचार करण्याकरता **उत्प्रेरित अवमल** प्रक्रिया ही एक यशस्वी पद्धत ठरली आहे. या व्यवस्थेत अंगिकृत अवमल साचण्याकरता वातनाचा उपयोग करण्यात येतो. क्रियाशील अवमलातील वनस्पती आणि जीवजन्तूना जेव्हा पुरेशा हवेचा पुरवठा होतो तेव्हा अपशिष्टातील विलीन सेंद्रीय घनपदार्थांचे ऑक्सीकरण होते. अतिरिक्त अवमलाचे अवस्थापन होते आणि नंतर तो वातन–संचात परत जातो. जरी या उपचारणात अतिरिक्त अवमल 'जळून जाण्यासाठी' वातन काल पुरेसा ठेवावा लागला तरी काहीही अवमल फुकट न जाता उपचारण करता येते असा काही प्रमाणात संकेत मिळतो. अनुपचारित अपशिष्ट आणि परतीचा अवमल हाताळण्यासाठी भरपूर हवेच्या पुरवठ्याची तरतूद असलेली आणि योग्य प्रकारे अभिकल्पित केलेली संयंत्रे सहजासहजी बिघडत नाहीत आणि नियंत्रण करण्याची कार्य–पद्धतीही कठीण नसते. तथापि ठिबकणाऱ्या निस्यंदनावरील परिचालनाच्या खर्चापेक्षा ह्या परिचालनाला जास्त खर्च येतो. अविरत प्रवाह आणि प्रमाणीकरण करून परिचालित केलेल्या उत्प्रेरित–अवमल उपचारण संयंत्रानी ९० ते ९७ टक्के BOD काढून टाकण्यात आला आहे. सामान्यपणे, उपचारणाखालील अपशिष्टातील दर एक पौंड BOD करता सुमारे सरासरी

कोष्टक २२–८

दूध, दुधाचे उपपदार्थ, आणि चीजमधील अपशिष्टांची सरासरी बनावट

गुणधर्म	पूर्ण दूध, ppm	मलई काढलेले दूध, ppm	ताक, ppm	पनीर जल, ppm	प्रक्रिया अपशिष्टे ppm	मलई काढलेले पनीर जल ppm
एकूण घनपदार्थ	१२५०००	८२३००	७७५००	७२०००	४५१६	५४७७२
सेंद्रिय घनपदार्थ	११७०००	७४५००	६८८००	६४०००	२६९८	४९६१२
राख – घनपदार्थ	८०००	७८००	८७००	८०००	१८१८	५१६०
चरबी	३५०००	१०००	५०००	४०००		
विलेय घनपदार्थ					३९५६	५४६५६
तरंगते घनपदार्थ					५६०	११६
दुग्ध शर्करा	४५०००	४६०००	४३०००	४४०००		
प्रथीन (केसीन)	३८०००	३९०००	३६०००	८०००		
एकूण सेंद्रिय नायट्रोजन					७३.२	१३००
मुक्त अमोनिया					६०	३१
Na					८०.७	६४८
Ca					११२.५	३५०
Hg					२५	७८
K					११६	१०००
P					५९	४५०
BOD – ५ दिवस	१०२५०००	७३०००	६४०००	३२०००	१८६०	३०१००
उपभुक्त ऑक्सिजन	१६७५०	३२२००	२८६००	२५९००		

८० ते १०० गॅलन क्षमतेची टाकी लागते. दुग्ध-अपशिष्टातील BOD सुमारे सरासरी १००० ppm असल्याने परतणाऱ्या अवमलाची राशि सामान्यपणे अनुपचारित दुधाच्या प्रवाहाच्या राशिच्या सरासरी ६ ते ७ पट असते.

संदर्भ – दुग्ध व्यवसायातील अपशिष्टे

१ अॅगर, सी. सी; 'कॅनरी, मिल्क, अँड फुड प्रॉडक्ट्स वेस्ट प्रॉब्लेम्स फोरम' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ६, ७७६ (जून १९५७)

२ बॅकमेयर, डी. पी; 'मिल्क वेस्ट्स इन स्युवेज स्लज डायजेशन टॅंक्स, स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स २३, ५, ७०० (मे १९५१); ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्य-वाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९) पा. ४११-४१७

३ बॅकमेयर, डी. पी; 'कंडेन्स्ड मिल्क डिस्पोजल बाय डायजेशन' स्युवेज वर्क्स जर्नल २१, ६, १०७६ (नोव्हेंबर १९४९)

४ बॅकमेंयर, डी. पी. 'डायजेंशन ऑफ चीज व्हें. मेरियॉन, इंडि;' स्युवेज अॅन्ड इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ६, १११५ (नोव्हेंबर १९४८)

५ बॅकमेंयर, डी. पी; दि इफेक्ट ऑफ व्हे अपॉन दि ऑपरेशन ऑफ ऍन अॅक्टिव्हेटेड स्लज प्लँट,' ३ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९४७)

६ बॅरेट, एन. डब्ल्यू; 'ब्रिटीश ट्रीटमेंट प्रॅक्टिस.' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ११, ३, ५६० (मे १९३९)

७ ब्लडगुड, डी. ई; 'मिल्क वेस्ट डिस्पोजल' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २०, ४, ६९५ (जूलै १९४८)

८ ब्लडगुड, डी. ई; आणि ए. जे. स्टिफन, 'डिस्पोजल ऑफ मिल्क वेस्ट, रिव्हयू' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ४, ७०७ (जुलै १९४४)

९ ब्रग्स्टॅड, आर. ई. 'वेस्ट सेव्हिंग बाय इम्प्रूव्हमेंटस इन मिल्क प्लँट इक्विपमेंट' १ ल्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यु विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४४) पा. २२

१० ब्रेस्का, जी. जे. पी. आर. एरिक्सन, जी. ए. रॉह्लिक, एल. ई. एंजेल्बर्ट आणि एन. पोर्जेस, 'ऑब्जेक्टिव्हज अँड प्रोसीजर्स फॉर ए स्टडी ऑफ स्प्रे इरिगेशन ऑफ डेअरी वेस्ट्स' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९५९)

११ कॅबेल, डब्ल्यू; 'दि डेअरी इंडस्ट्री कमेटी एक्झिबिट ऑन वेस्ट सेव्हिंग,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५, ७०० (में १९५५), ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (नोव्हेंबर १९४९) पा. ४०७–४१०

१२ डेअरी इंडस्ट्री कमेटी, 'डेअरी वेस्ट प्रिव्हेन्शन अँड ट्रीटमेंट,' मिल्क प्लँट मंथली, ४५, ११ (नोव्हेंबर १९५६)

१३ डेव्हिस, डी; 'ब्रिटिश ट्रीटमेंट प्रॅक्टिस,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ११, १, १५० (जानेवारी १९३९)

१४ डेव्ही, पी. एस; 'प्रीट्रीटमेंट ऑफ मिल्क वेस्ट्स रिडयूसेस ट्रीटमेंट प्लँट लोड,' पब्लिक वर्क्स मॅगेजीन, ८३, १, ५६ (जानेवारी १९५२)

१५ डीन, डब्ल्यू. ए; 'दि डेअरी इंडस्ट्री कमेटींज टास्क कमेटी ऑन वेस्ट डिस्पोजल,' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४७) पा. २८२

१६ डी. मार्टीनी, एफ. ई; डब्ल्यू. ए. मूर, 'फूड डीहायड्रेशन वेस्ट्स,' पुरवणी १९१ युनायटेड स्टेटसची सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा

१७ एल्ड्रिज, ई. एफ, "डेली वेस्ट डिस्पोजल अॅट टू प्लँट्स," स्युवेज वर्क्स जर्नल २१,४,६८ (जुलै १९४९)

१८ एल्ड्रिज, ई-एफ. "वेस्ट प्रिव्हेन्शन इन डेअरी इंडस्ट्री," वॉशिंग्टन विश्वविद्या-लयाच्या सिव्हिल अभियांत्रिकी विभागाच्या औद्योगिक अपशिष्टावरील संमेलनाची कार्यवाही (एप्रिल २८, १९४९)

१९ एल्ड्रिज, ई. एफ., "रिसर्च नीडेड इन मिल्क वेस्ट डिस्पोजल," ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (१९४७) पा, ३१६

२० एल्ड्रिज, ई-एफ., इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट प्रॅक्टिस, पहिली आवृत्ती, न्यू यॉर्क: मॅक ग्रॉ हिल बुक कं., इन्कॉ., १९४२ पा. ४०१

२१ एल्ड्रिज' ई. एफ "ऑक्सिडाइज्ड स्लज अँड रीजनरेटिव्ह डायजेशन,ग्रीलँड,मिशि' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेंस्टस, १४,३,७४८ (मे १९४२)

२२ एल्ड्रिज, ई. एफ, "बायो फिल्ट्रेशन," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १३,१,१०५ (जानेवारी १९४१)

२३ एल्ड्रिज, ई. एफ., "हाय रेट फिल्टर ट्रिटमेंट, पेरिंग्टन, मिशि.," स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १२,३,६५८ (में १९४०)

२४ एलिड्ज, ई. एफ., ' गॅगेनहाईम प्रोसेस स्टडीज, " स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस (११,४,७१० जुलै १९३९)

२५ एलिड्ज, ई. एफ. " ए फंक्शन स्टडी ऑफ मिल्क वेस्ट ट्रीटमेंट प्रोसेसेस, " परि–पत्रक ७७, मिशिगान अभियांत्रिकी प्रायोगिक केन्द्र, नोव्हेम्बर १९३७.

२६ एलिड्ज, ई. एफ., " ट्रिक्लिग फिल्टर ट्रीटमेंट, शेरिडॉन, मिशि., " स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रिअल वेस्ट्स ९,३,५३४ (मे १९३७)

२७ एलिड्ज ई. एफ., आणि डब्ल्यू इ. झिमर, " ट्रीटमेंट वुइथ स्युवेज, मेसन, मिशि' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ३,२,१९९ (एप्रिल १९३१)

२८ एलिड्ज, ई. एफ; 'ट्रीटमेंट एक्स्पेरिमेंट्स, मिशिगान,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, १, १३० (१९३०); ४, १, २२५ (जानेवारी १९३२); ५, १, १९४ (जाने–वारी १९३३)

२९ फॉर्ने, सी; आणि आर. आर. Kountz, 'ॲक्टिव्हेटेड स्लज टोटल ऑक्सिडेशन मेटॅबॉलिझम,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५८) पा. ३१३, स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ५, ८१९ (जुलै १९५९)

३० गॅलिगान, डब्ल्यू. ई; आणि एम. लेव्हीन, 'प्यूरिफिकेशन ऑफ क्रीमरी वेस्ट ऑन फिल्टर्स ॲट टू आयोवा क्रीमरीज,' परिपत्रक ११५, क्र. ४४, आयोवा अभियांत्रिकी प्रायोगिक केंद्र (एप्रिल १९३४)

३१ गॅलिगान, डब्ल्यू. ई; आणि एम. लेव्हीन, ' ट्रिक्लिग फिल्टर ट्रीटमेंट, स्लेटर ॲंड ग्लायडेन, आयोवा,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ६, ५, १०१५ (सप्टेंबर १९३४)

३२ गॉमिट्झ, ई. डब्ल्यू; 'मेथड ऑफ इन्स्टिगेटिंग रिसर्च इन डेअरी वेस्ट अंडर रिसर्च ॲन्ड मार्केटिंग ॲक्ट,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५, ७०१ (मे १९५१) ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९) पा. ४२१–३२३

३३ ग्लॉयना, ई. एफ; 'मिल्क वेस्ट ट्रीटमेंट ऑन ॲन एक्स्पेरिमेंटल ट्रिक्लिग फिल्टर.' वॉटर स्युवेज वर्क्स' ९७, ११, ४७३ (नोव्हेंबर १९५०)

३४ ग्रॅन्स्टॉर्म, एम. एल; 'टेक्नीक्स ऑफ रिसर्च ॲज अप्लाईड टू रेंडरिंग प्लँट वेस्ट्स' पहिल्या दक्षिण नागरी व औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (मार्च १९५२) पा. १५८

३५ गर्नहॅम, सी. एफ., " लेटेस्ट डेव्हलपमेंटस इन दि ट्रीटमेंट ऑफ डेअरी वेस्ट, " इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १,७,२२७ (सप्टेंबर-ऑक्टोबर १९५६)

३६ हॅल्व्हर्सन, एछ. ओ , आणि आर. एल. स्मिथ, ' ट्रिक्लिंग फिल्टर ट्रीटमेन्ट, बॅकोनिया, मिने, " स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ७,४,७७६ (जुलै १९३५)

३७ हार्डिज, एछ. जी., " डेअरी इडस्ट्री, " स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २४,११, १४४३ (नोव्हेंबर १९५२), 'सिंपोझियम ऑन लिक्विड वेस्टस, ' इंडस्ट्रियल ॲन्ड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४,३,४८७ (मार्च १९५२)

३८ हार्डिज एछ. जी., ' डेअरी इंडस्ट्रि, ' इंडस्ट्रियल अँड इंजिनिअरिंग केमिस्ट्री ४४, ३,४८७ (मार्च १९५२)

३९ हार्डिज, एछ. सी., आणि एछ. ए. ट्रॅब्लर, ' फंडामेंटल्स इन दि कंट्रोल अँड ट्रीटमेंट ऑफ डेअरी वेस्ट, ' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २७,१२,१३६९ (डिसेंबर १९५५)

४० Hasfurther, डब्ल्यू. ए., आणि सी. डब्ल्यू. क्लॅसेन, ' एरिएशन, मिल्क वेस्ट्स, प्लँट डिस्क्रिप्शन अँड डेटा, ' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २३,५,७०१ (मे १९५१), ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९) पा. ४२३–४३०

४१ हॅच, बी. एफ., आणि जे. एछ. बास, ' कंपॅरिझन ऑफ ट्रिक्लिंग फिल्टर, गुगेन–हाईम, ओहायओ, ॲन्ड ॲक्टिव्हेटेड स्लज ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेंस्टस १३,१,१७१ (जानेवारी १९४१)

४२ Hauer, जी. इ., ' सक्सेसफुल ट्रीटमेंट ऑफ डेअरी वेस्ट बाय एरिएशन, ' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २४,१०,१२७१ (ऑक्टोबर १९५२)

४३ हिंडिन, ई., ' डिटर्मिनेशन ऑफ लॅक्टोज इन डेअरी वेस्टस स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस २५,२,१८८ (फेब्रुवारी १९५३)

४४ हूवर, एस. आर. ' बायोकेमिकल ऑक्सिडेशन ऑफ डेअरी वेस्टस, रिव्हयू, ' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस २५,२,२०१ (फेब्रुवारी १९५३)

४५ हूवर, एस. आर . आणि इतर ' एरिएशन अॅज पार्शल ट्रीटमेंट ऑफ डेअरी वेस्ट ' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१) पा. ३१३

४६ हूवर, एस आर., जे. बी. पेपिन्स्की, एल. Gasewier, आणि एन. पोर्जेस, 'एरिएशन अॅज पार्शल ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ६, ८१२ (जून १९५२), ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१) पा. ३१३

४७ हूवर, एस. आर., आणि एन. पोर्जेस, ' डेअरी वेस्ट ॲसीमिलेशन बाय ॲक्टिव्हेटेड स्लज, 'स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २४,३,३०६ (मार्च १९५२)

४८ हूवर, एस. आर., एल. Jasewicz, आणि एन. पोर्जेस, ' बायोकेमिकल ऑक्सि–डेशन ऑफ डेअरी वेस्ट, ' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, मे १९५४

४९ हूवर एस. आर., एल Jasewicz, आणि एन. पोर्जेस, ' बायोकेमिकल ऑक्सिडेशन ऑफ डेअरी वेस्टस, एंडोजीनस रेस्पिरेशन ॲन्ड स्टॅबिलिटी ऑफ एरिएटेड डेअरी वेस्ट स्लज,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २४,९,११४४ (सप्टेंबर १९५२)

५० हूवर, एस. आर., एल. Jasewicz, आणि एन. पोर्जेस 'एंडोजीनस रेस्पिरेशन ॲन्ड स्टॅबिलिटी ऑफ एरिएटेड डेअरी वेस्ट, ' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट समेलनाची कार्यवाही पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९५२) पा. ५४१

५१ हूवर, एस. आर. एल Jasewicz, जे. बी. पेपिन्स्की, आणि एन. पोर्जेस 'ॲक्टि–व्हेटेड स्लज ॲसिमिलेशन, ' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस २३,२,१६७ (फेब्रुवारी १९५१)

५२ हॉर्टन, जे. पी., आणि एछ. ए. ट्रॅव्लर ' रीसेंट डेव्हलपमेंटस इन डिझाईन ऑफ स्मॉल मिल्क वेस्ट डिस्पोजल प्लॅन्ट स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २५.८,९४१ (ऑगस्ट १९५३)

५३ हॉर्टन, जे. पी; आणि एछ. ए. ट्रॅव्लर, 'रीसेंट डेव्हलममेंट इन दि डिझाईन ऑफ स्मॉल मिल्क वेस्ट डिस्पोजल प्लॅंट्स' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५३)

५४ 'इमहॉफ टॅंक ऑपरेशन– मिल्क वेस्टस' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ७, २' ३३० (मार्च १९३५)

५५ 'इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड टू दि मिल्क प्रोसेसिंग इंडस्ट्री,' परिपत्रिका २८९, युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, सुधारित १९५९

५६ 'इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड टू दि मिल्क प्रोसेसिंग इंडस्ट्री,' युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, १९५३

५७ Jaswicz, एल; आणि एन. पोर्जेस, 'एरिएशन ऑफ वेस्ट्स, नायट्रोजन सप्लि-मेंट अँड स्लज ऑक्सिडेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस्, ३०, ४, ५५५ (एप्रिल १९५८)

५८ Jasewicz, एल; आणि एन. पोर्जेस, 'बायोकेमिकल ऑक्सिडेशन ऑफ डेअरी वेस्टस,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, ९, ११३० (सप्टेंबर १९५६)

५९ Jasewicz, एल; एन. पोर्जेस, आणि एस आर. हूवर, 'बोरॅक्स ॲज ए प्रिव्हेंटिव्ह

ऑफ डेअरी वेस्ट्स फॉर BOD टेस्ट,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९५३)

६० जेंकिन्स, एस. एछ; 'दि ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट वॉटर्स फ्रॉम डेअरीज,' पब्लिक वर्क्स रोड्स, आणि ट्रॅन्स्पोर्ट कॉंग्रेस, प्रबंध २२, १९३७

६१ जेंकिन्स, एस. एछ; 'ब्रिटिश ट्रीटमेंट स्टडीज,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ९, ४, ७०२ (जुलै १९३७)

६२ जेन्स आणि हाइन्स्मन, 'डेअरी वेस्ट ट्रीटमेंट इन फिश पॉंड्स,' डेअरी सायन्स ॲब्स्ट्रॅक्ट्स २१, (१९५९ ब्रिट) पा. ३०४४

६३ जॉन्सन, डब्ल्यू. एस; 'ॲन अेरिएशन टॅंक फॉर मिल्क वेस्ट डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ८, १०९३ (ऑगस्ट १९५०) ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (सप्टेंबर १९४८) पा. ५४–६२

६४ केसेनर, एछ; आणि डब्ल्यू. रुडॉल्फस, 'ॲक्टिव्हेटेड स्लज ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ६, २, ३१८ (मार्च १९३४)

६५ किंवर्ली, ए. ई; 'ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल प्रॅक्टिस, ओहायओ,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २, २, ३०३ (एप्रिल १९३०)

६६ क्लीन, ए. एछ. व्ही; 'डेअरी वेस्टस,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ३०, ११, १३९३ (नोहेम्बर १९५८)

६७ Kountz, आर. आर; एअरोबिक डायजेशन ऑफ डेअरी वेस्ट्स,' ५ व्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (एप्रिल १९५६) पा. २३८.

६८ Kountz, आर आर; 'डेअरी वेस्ट ट्रीटमेंट पायलट प्लॅन्ट,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५३)

६९ लेन, एल सी; 'डिस्पोजल ऑफ लिक्विड अँड सॉलिड वेस्टस बाय मीन्स ऑफ स्प्रे इरिगेशन इन दि कॅनिंग ॲन्ड डेअरी इंडस्ट्रिज,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५५)

७० लॉटन, जी. डब्ल्यू; जी ब्रेस्का, एल. ई. एंजेलबर्ट, जी. ए. रॉहलिच, आणि एन. पोर्जेस, 'स्प्रे इरिगेशन ऑफ डेअरी वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ३१, ८, ९२३ (ऑगस्ट १९५९)

७१ लेव्हिन, एम; 'ट्रिक्लिंग फिल्टर स्टडीज' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ७, २, ३१६ (मार्च १९३५)

७२ लेव्हिन, एम; 'बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ४, २, ३२२ (मार्च १९३२)

७३ लेव्हिन एम; 'सेप्टिक टॅन्क ट्रीटमेंट,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २, २, ३०३ (एप्रिल १९३०)

७४ लेव्हिन, एम; जी. डब्ल्यू. बर्क आणि जे एछ. वॉटकिन्स,' लॅथ फिल्टर एक्स्पेरिमेंट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, ३, ४६९ (जुलै १९३०)

७५ लेव्हिन, एम.; जी. एछ, नेल्सन, एछ. ई. गोरेस्लीन, 'ट्रिक्लिंग फिल्टर स्टडीज स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ८, ४, ६९१ (जुलै १९३६)

७६ लेव्हिन, एम; आणि एल. सॉपलॅंड, 'प्रोटोलायसिस बाय बॅक्टीरिया फ्रॉम क्रीमरी वेस्ट,' परिपत्रक ८२, आयोवा अभियांत्रिकी प्रायोगिक केंद्र (ऑक्टोबर १३, १९२६)

७७ लेव्हिन, एम; एल. सॉपलॅंड, आणि जी. डब्ल्यू. बोके 'एरिएशन स्टडीज ऑफ क्रीमरी वेस्ट प्यूरिफिकेशन,' परिपत्रक ८८, क्र. १०. आयोवा अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र १९२३

७८ मॅक् की, एफ. जे; 'डेअरी वेस्ट डिस्पोजल बाय स्प्रे इरिगेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, २, १५७ (फेब्रुवारी १९५५)

७९ मॅक् की, एफ. जे; 'स्प्रे इरिगेशन फॉर दि डिस्पोजल ऑफ मिल्क वेस्टस,' ३१ ऑंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५६) पा. १७–२२

८० मॅक् की एफ. जे; 'स्प्रे इरिगेशन ऑफ डेअरी वेस्ट,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यु विश्वविद्यालय, (जून १९५६) पा. १७–२२

८१ मॅक् की एफ. जे; 'न्यू आयटेम्स इन मिल्क वेस्ट सेव्हिंग ॲन्ड ट्रीटमेंट,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५३)

८२ मॅक् की, एफ. जे, 'मिल्क वेस्ट ट्रिटमेंट बाय एरिगेएशन,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ८, १०४१ (ऑगस्ट १९५०)

८३ मॅलोनी, टी. ई; एछ. एफ. लडविग, जे ए, हार्मन, एल, मॅक्‌क्लिटॉक,' इफेक्ट्स ऑफ व्हे वेस्ट्स ऑन स्टॅबिलायझेशन पॉंड्स,' जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचे नियतकालिक, ३२, १२, १२८३ (डिसेंबर १९६०)

८४ मॅनस, एल. जे; 'शुड डेअरी वेस्ट बी कन्व्हर्टेड इन टू बाय-प्रॉडक्ट्स ऑर डिश्चार्जड टू स्युवर्स ?' वेस्ट्स इंजनिअरिंग. २८, ७, ३४२ (जुलै १९५०)

८५ 'मिल्क प्रोसेसिंग इंडस्ट्री वेस्ट गाईड,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६,३, २९९ (मार्च १९५४)

८६ 'मिल्क वेस्ट्स,' ओहायओ नदी सर्वेक्षण. पुरवणी, D, युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, १९४३, पा. ११६२

८७ मिन्नोटो. जे; 'क्लोरीनेशन अॅन्ड लँड डिस्पोजल,' फीनिक्स, अॅरिझो; स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २, ३, ३९३ (जुलै १९३०)

८८ मॉटेग्ना, एस डी; अॅक्टिव्हेटेड स्लज ट्रीटमेंट, सॉमरसेट, पा,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १२, १, १०८ (जानेवारी १९४०)

८९ मॉर्गन, पी, ई. आर. बॉमन, 'ट्रिक्लिग फिल्टर्स सक्सेसफुली ट्रीट मिल्क वेस्ट,' जर्नल ऑफ सॅनिटरी इंजनिअरिंग डिव्हिजन, अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजिनिअर्स, ८३, SA, १३३६ (ऑगस्ट १९५५)

९० मर्डॉक, एछ. आर; 'इंडस्ट्रियल वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री ४४, ८, ९९ (ऑगस्ट १९५२)

९१ Naack. के; 'ए हायजिनिक प्रॉब्लेम ऑफ अॅग्रिकल्चरल युटिलायझेशन ऑफ डेअरी वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २६, १२, १५१० (डिसेंबर १९५४)

९२ नील, डी. जी; 'वेस्ट ट्रीटमेंट फॅसिलिटीज ऑफ दि बेले सेंटर क्रीमरी अँड चीज कंपनी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ८, १०९३ (ऑगस्ट १९५०); ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय,(सप्टेंबर १९४८) पा. ४५–५३

९३ नेल्सन, जी. एछ; एम. लेव्हिन आणि एछ. ई. गोरेस्लाईन, 'इफेक्ट्स ऑफ नेचर ऑफ फिलिंग मटीरियल अॅन्ड डोझींग सायकल ऑन प्यूरिफिकेशन ऑफ क्रीमरी वेस्ट,' परि-पत्रक १२४, आयोवा अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, (डिसेंबर १९३५)

९४ Oeming, एल. एफ; 'ट्रिक्लिग फिल्टर ट्रीटमेंट, ओव्हिड, मिशि.,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २०, ३, ५१२ (मे १९४८)

९५ पोर्जेस, एन; 'बायो-ऑक्सिडेटिव्ह ट्रीटमेंट ऑफ डेअरी वेस्टस,' ३१ ओंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५६) पा. ५५-६१

९६ पोर्जेस, एन, आणि एस. आर हूबर, 'ट्रीटमेंट ऑफ डेअरी वेस्ट्स बाय एरिएशन' मेथड्स ऑफ स्टडी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५, ६९४ (मे १९५१); ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९) पा. २१३-२१९

९७ पोर्जेस, एन; आणि एछ. Jasewicz, एरिएशेन ऑफ व्हे वेस्ट्स, ए COD अँड सॉलिड्स बॅलन्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स. ३१, ४, ४४३ (एप्रिल १९५९)

९८ पोर्जेस, एन; जे. बी. पेपिन्स्की, एन. सी. हेन्डलर, आणि एस. आर. हूवर. 'बायोकेमिकल ऑक्सिडेशन ऑफ डेअरी वेस्टस, कार्पोरेशन स्टडी ऑफ यीस्टस, 'स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ७, ८८८, (जुलै १९५०)

९९ पोर्जेस, एन; जे. बी. पेपिन्स्की, एन. सी. हेंड्लर आणि एस. आर हूबर,' बायोकेमिकल ऑक्सिडेशन ऑफ डेअरी वेस्ट्स, मेथड्स ऑफ स्टडी,'स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ३, ३१८ (मार्च १९५०)

१०० पोर्जेस, एन; जे. बी, पेपिन्स्की, एल. Jasewicz, आणि एस. आर. हूबर, 'बायोकेमिकल ऑक्सिडेशन ऑफ डेअरी वेस्ट्स, फेल्युअर ऑफ $NaNO_3$ अॅज ए सोर्स ऑफ ऑक्सिजन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २४, ७, ८७४ (जुलै १९५२)

१०१ रॉबर्टस, सी. आर; 'प्रोग्रेस इन मिल्क वेस्ट डिस्पोजल,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, ८, ३, ४८९ (मे १९३६)

१०२ रोवर, 'ट्रीटमेंट ऑफ डेअरी वेस्ट बाय एरिएशन,' सॅनिटॉक, ३, ४, २ (ऑगस्ट १९५५)

१०३ रफ, एछ; आणि एल. एफ. वॉरिक, ' ट्रिक्लिग फिल्टर स्टडीज,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ६, ३, ५८० (मे १९३४)

१०४ रगॅबर, जे. डब्ल्यू; 'मिल्क लॉसेस,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

१०५ रगॅबर, जे. डब्ल्यू; 'ऑपरेशन ऑफ ए मिल्क वेस्ट् ट्रीटमेंट प्लँट एंप्लॉइंग ए ट्रिक्लिग फिल्टर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ११, १४२५ (नोव्हेंबर १९५१)

१०६ साल, एछ; 'न्यू व्हे डिस्पोजल सिस्टिम,' मिल्क प्लँट मंथली, २१, ४, ३२ (एप्रिल १९५९)

१०७ सॅनबॉर्न, एन. एछ; 'डिस्पोजल ऑफ फुड प्रोसेसिंग वेस्ट्स बाय स्प्रे इरिगेशन,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २५, ६, १०३४ (सप्टेंबर १९५३)

१०८ सँडर्सः एम. डी; 'इंडस्ट्रियल सॅनिटरी इंजनिअरिंग इन डेअरी प्लँट मॅनेजमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २२, ८, १०९३ (ऑगस्ट १९५०); ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय' (सप्टेंबर १९४८) पा. ६३–६६

१०९ सँडर्स, एम. डी., 'व्हॉट कॅन बी डन वुइथ व्हे?' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४७)

११० Schoepfer, जी; आणि एन. झीम्के, 'डेव्हलपमेंट ऑफ एनिरोबिक काँटॅक्ट प्रोसेस,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ३१, २ १६४ (फेब्रुवारी १९५९), ३१, ६, ६९७ (जून १९५९)

१११ Schanfama, जे. एछ. ए., ' प्युरिफिकेशन अँड युटिलायझेशन ऑफ डेअरी वेस्टस् बाय ओव्हरहेड इरिगेशन ऑफ मेडोज अँड अॅरेबल लॅंड्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २२, ७, ९२६ (जुलै १९५४)

११२ Schonfnagel, एफ. एछ, 'डेअरी वेस्ट डिस्पोजल वारिज अँड फरो इरिगेशन, १२ व्या औद्योगिक अपशिष्ट समेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५७)

११३ Schu'ze, के. एल, 'न्यू डेव्हलपमेंट्स इन डेअरी वेस्ट ट्रीटमेंट,' ९ व्या औद्यो– गिक अपशिष्ट समेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५४)

११४ Schutze, के. एल., 'एक्स्पीरिअन्स वुइथ ए न्यू टाईप ऑफ डेअरी वेस्ट ट्रीट– मेंट,' ३ रे वार्षिक डेअरी अभियांत्रिकी समेलन, मिशिगान राज्य विश्वविद्यालय. मार्च १९५५

११५ Schwarzkopt,'व्ही., रिडक्शन ऑफ मिल्क वेस्ट इन डेअरी प्लॅंट्स,'स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २४, १२, १४८९ (डिसेंबर १९५२)

११६ सीबर्ट, सी. एल. 'पेन्सिल्व्हानिया मिल्क वेस्ट ट्रीटमेंट मेथड्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९,९,१०३८ (सप्टेंबर १९५७)

११७ सिल्व्हेस्टर, डी., ' सम एक्स्पीरिअन्सेस इन दि डिस्पोजल ऑफ मिल्क वेस्ट्स,' जर्नल ऑफ सोसायटी ऑफ डेअरी टेक्नॉलजी १२ (१९५९) पा. २२८.

११८ साऊथ गेट, बी. ए., ' ट्रीटमेंट ॲन्ड डिस्पोजल ऑफ वेस्ट वॉटर्स फ्रॉम डेअरीज,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २७,९,१११२ (सप्टेंबर १९७५); डेअरी सायन्स ॲब्स्ट्रॅक्ट्स, १६,६,४२८ (जून १९५४, ब्रिट.)

११९ साऊथ गेट, बी. ए. ' वेस्ट डिस्पोजल इन ब्रिटन, ' इंडस्ट्रियल अँड इंजिनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४,३.५२४ (मार्च १९५२)

१२० साऊथगेट, बी. ए., 'ब्रिटिश रिसर्च ऑन ट्रीटमेंट मेथडस, ' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १४,४,९१७ (जुलै १९४२); २०५,९५१ (सप्टेंबर १९४८)

१२१ स्पॉल्डिंग, ए. आर., ' दि ॲनिरोबिक डायजेशन रेट्स ऑफ मिल्क वेस्ट्स,' स्युवेज अँड-इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२,८,१०९२ (ऑगस्ट १९५०)

१२२ स्टोल, ई. डब्ल्यू , आणि पी. जे. ए. झेलर, ' टेक्सास ट्रीटमेंट, लॅथ फिल्टर्स अँड केमिकल ट्रीटमेंट, ' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २,२,३०५ (एप्रिल १९३०)

१२३ स्टेफेन, ए. जे. 'सम रीसेंट डेव्हलपमेंटस इन डेअरी वेस्ट रिसर्च,' १२ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, मे १९५७

१२४ सूटरमीस्टर, ई., आणि इतर, केसीन ॲन्ड इटस इंडस्ट्रियल ॲप्लिकेशन, २ री आवृत्ति, न्युयॉर्क : राइनहोल्ड पब्लिशिंग कार्पो, १९५९

१२५ 'सिंपोझियम ऑन मिल्क वेस्टस,' १ ल्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्य-वाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४४)

१२६ थेयर, पी. एम., 'मिल्क वेस्ट ट्रीटमेन्ट बाय ॲक्टिव्हेटेड स्लज,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, १००.१,३४ (जानेवारी १९५३)

१२७ थेअर, पी. एम. 'ॲक्टिव्हेटेड स्लज प्लँट, न्यू डिझाईन, मिल्क वेस्टस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, '२४,६,५०७ (जून १९५२), २३,१२,१५३७ (डिसेंबर १९५१), ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (फेब्रुवारी १९५१) पा. १७१

१२८ थेअर, पी. एम., 'डिझाईन फीचर्स ऑफ ॲक्टिव्हेटेड स्लज प्लँटस फॉर ट्रीटमेंट ऑफ मिल्क वेस्ट, '७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२) पा ५०९

१२९ थेयर, पी. एम, 'डिझाईन फॉर अक्टिव्हेटेड स्लज प्लॅन्ट टू ट्रीट मिल्क वेस्ट,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१)

१३० 'ट्रीटमेन्ट प्लँट, वेल्ट्स्व्हिल, Md. रिसर्च सेंटर' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स ८,१,१५७ (जानेवारी १९३६)

१३१ ट्रेव्लर, एछ. ए., 'वेस्ट प्रि०हेन्शन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८,४,७५९ (जूलै १९४६)

१३२ ट्रेव्लर, एछ. ए, 'एक्स्पीरिअन्स अँड क्वश्चन्स कन्सर्निंग एरिएशन मेथडस अॅज अप्लाईट डू डेअरी वेस्ट,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्व-विद्यालय, (मे १९५५)

१३३ ट्रेव्लर, एछ. ए., आर. पी. अर्न्सबर्जर आणि सी. टी. रोलँड, "वेस्ट प्रिव्हेन्शन, ॲन्ड ट्रीटमेन्ट,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स. १०.५,८६८ (सप्टेंबर १९३८)

१३४ ट्रेव्लर, एछ. ए. आणि एछ. जी. हार्डिज, 'फंडामेंटल्स ऑफ कंट्रोल अँड ट्रीटमेंट ऑफ डेअरी वेस्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २७,१२,१३६९ (डिसेंबर १९५५)

१३५ ट्रेव्लर एछ. ए; आणि एछ. जी. हार्डिज, 'टू स्टेज हाय रेट ट्रिक्लिंग फिल्टर्स डेअरी वेस्ट ट्रीटमेन्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ८, १०९३ (ऑगस्ट १९५०),

४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेंलनाची कार्यवाही, पड्यू विश्वविद्यालय, (सप्टेंबर १९४८) पा. ६७-७६

१३६ ट्रेब्लर, एछ. ए; आणि एछ. जी. हार्डिज, 'मिल्क वेस्ट प्रोब्लेम, रिव्हयू,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ३ ५९४ (मे १९४८)

१३७ वॉकर, सी. एल; 'ट्रिटमेंट अँड डिस्पोजल,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, १, १२३ (जानेवारी १९३०)

१३८ Walzholz, पेस्टर, लेंबके, आणि Sehmidt, डेअरी वेस्ट ट्रीटमेन्ट वुइथ अॅक्वा प्यूरा फेरोवियॉन ट्रिक्लिंग फिल्ट्रर प्रोसेस, अँड एरोअॅक्सिलरेटर' डेअरी सायन्स अॅब्स्ट्रॅक्ट्स २१, (१९५९, ब्रिट) पा. १३०४–१३०६

१३९ वॉरिक, एल एफ; आणि ई. जे. बीटी, 'ट्रीटमेंट वुइथ डोमेस्टिक स्युवेज,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ८, १, १२२ (जानेवारी १९३६)

१४० वॅसर्मन, ए. ई; डब्ल्यू जे. हॉपकिन्स, आणि ए. पोर्जेस, 'रॅपिड कन्व्हर्शन ऑफ व्हे टू यीस्ट,' १५ व्या आंतरराज्य डेअरी संमेंलनाची कार्यवाही, लंडन, १९५९ भाग २, पा, १२४१

१४१ वॅसर्मन, ए. ई; डब्ल्यू. जे. हॉपकिन्स आणि एन. पोर्जेस, 'व्हे यूटिलायझेशन - ग्रोथ कंडिशन्स फॉर सॅकॅरोमायसेस फ्रॅजिलिस,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, ७, ९१३ (जुलै १९५८)

१४२ वॅसर्मन, ए. ई; आणि एन. पोर्जेस, 'व्हे युटिलायझेशन: समरी ऑफ लॅबोरेटरी इन्व्हेस्टिगेशन्स इन यीस्ट प्रॉपॅगेशन,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट समेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९५९)

१४३ वॉट्सन, सी. डब्ल्यू. ज्यू; 'प्रॅक्टिकल आस्पेक्ट्स ऑफ डेअरी वेस्ट ट्रीटमेंट,' १६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट समेलनाची कार्यवाही, (मे १९६०) पा. ८१

१४४ वॉट्सन, सी. डब्ल्यू. ज्यू; 'इन–प्लँट कंट्रोल ऑफ डेअरी वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, १, ५५ (जानेवारी १९५५)

१४५ व्हीटलंड, ए. बी; 'ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट वॉटर्स फ्रॉम मिल्क प्रॉडक्ट्स फॅक्टरीज,' वेस्ट ट्रीटमेंट, लंडन: पर्गमन प्रेस, १९५९

१४६ वीस्ले, डब्ल्यू. एछ; 'ट्रीटमेंट ऑफ स्युवेज कंटेनिंग मिल्क अँड ब्युअरी वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ८, ४, ६२४ (जुलै १९३६)

१४७ विट्मर, ई. एफ; 'ट्रिक्लिंग फिल्ट्रेशन. आल्टर्नेटिंग टू स्टेज,' मेरिस् व्हिल, ओहायओ, स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ५, ८४९ (सप्टेंबर १९४८)

१४८ बूलिग्ज, एन. डी., 'मिल्क वेस्ट्स,' कॅन, मिल्क, आइस्क्रीम जर्नल, ३४, ५ ६, २७ (आक्टोबर १९५३)

१४९ बूलिग्ज. एन. डी., 'ट्रीटमेंट ऑफ मिल्क वेस्टस,' म्युनिसिपल युटिलिटीज, ९०, १२, २५ (डिसेंबर १९५२)

१५० 'वर्कशॉप ऑन मिल्क वेस्ट्स' २ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (जानेवारी १९४६)

१५१ राइट, ई., 'वेस्ट कंट्रोल, बॉस्टन मेट्रॉपॉलिटन डिस्ट्रिक्ट कमिशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, २, २८७ (एप्रिल १९३१)

१५२ झॅक, एस. आय.,'ट्रिक्लिग फिल्टर पर्फोमन्स ऑन वेस्ट अॅट टू मिल्क प्रोसेसिंग प्लॅंटस' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, ८, १००९ (ऑगस्ट १९५६)

१५३ झॅक, एस. आय., 'ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल ऑफ मिल्क वेस्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, (फेब्रुवारी १९५३)

सुराकर्मशाळा (brewery) आणि आसवनीतील अपशिष्टे-

आंबवण उद्योगात, सुराकर्मशाला व आसवन्या, अल्कोहोल व काही सेंद्रिय रसायने आणि प्रतिजैनिक (antibioitc) पदार्थ उत्पादन करणाऱ्या भेषजीय (pharmaceutical) उद्योगाचा अंतर्भाव होतो. किण्व (ferment) असे संबोधित केल्या जाणाऱ्या नायट्रोजनयुक्त सेंद्रिय पदार्थांच्या प्रभावाखाली गुंतागुंतीच्यां सेंद्रिय पदार्थांचे साध्या बनावटीच्या द्रव्यात विघटन होणे अशी आंबणाची व्याख्या करण्यात येते. द्राक्षरसाचे सुरेत परिवर्तन, मळी पासून अल्कोहोलचे उत्पादन, पाव तयार करताना मळलेल्या पिठात यीस्टचा वापर, ही आंबवणाची परिचित उदाहरणे आहेत.

अल्कोहोल अथवा अल्कोहोलयुक्त पदार्थ तयार करण्याकरता वापरण्यात येणाऱ्या कच्च्या मालाचे दोन प्रमुख प्रकार आहेत. एकात बार्ली, ओट, राय, गहू, मका तांदूळ आणि बटाटे यासारख्या पिष्टमय पदार्थांचा समावेश होतो. ब्लॅकस्ट्रॅप व उच्चप्रमाणात साखर असलेली मळी, फळे, आणि शर्करावीट, यांच्यासारख्या साखर असलेल्या पदार्थांचा दुसऱ्यात समावेश होतो ही कच्ची द्रव्ये अल्कोहोलात परिवर्तित करण्याच्या प्रक्रिया कांही प्रमाणात वेगळ्या असतात व त्या विशिष्ट द्रव्ये आणि इष्ट अल्कोहोलयुक्त पदार्थांवर अवलंबून असतात उदाहरणार्थ, बीर तयार करताना तिच्या स्वादास प्रामुख्याने महत्व असते आणि त्याची कोणती प्रक्रिया वापरावयाची, त्यावर प्रभाव पडतो. उलटपक्षी आसवनित पदार्थांच्या उत्पादकांना

अल्कोहोलची उपज किती होईल याची काळजी असते. सुराकर्म आणि आसवनाच्या प्रक्रियेत खालील बाबींचा समावेश असतो.

१) माल्टच्या गिरणीतील माल्टचे बारीक पिठात रूपांतर करणे २) गरम पाण्यात माल्ट मिसळणे आणि काही वेळा कच्चे धान्य मिसळून त्याचा गोळा (mash) तयार करणे ३) हॉप (hop) ची क्रिया करून स्टार्चचे साखरेत रूपांतर करणे, ४) गोळ्यापासूनच्या गोड पाण्याचे टाकीत निःसारण व धावन करणे, ५) यीस्ट वापरून साखर आंबवून अल्कोहोल तयार करणे ६) आंबवलेले द्रव थंड करून त्यावरील साका काढणे आणि त्याचे निर्मलीकरण करणे, ७) (बीरकरता वापरावयाचे असेल तर) पिपात बंद करून ठेवणे, (अल्कोहोल म्हणून वापरावयाचे असेल तर) डोण्यातून साठवून ठेवणे.

आंबवणाकरता दोन प्रकारचे यीस्ट वापरतातः १) बीर तयार करण्याचे ' तल स्थित ' यीस्ट, आणि २) ' ऊर्ध्व ' यीस्ट, जे ऊर्ध्व आंबरवणात बीर आणि व्हिस्की मॅश आंबण्यास कारणीभूत होते. बाजारी सदाबित (पाव बनविणाऱ्या) यीस्ट तयार करण्यासाठी बव्हंशी दुसरा प्रकार अनन्यतः वापरला जातो. आंबविण्याच्या कामाकरता असो अगर पाव बनविण्याकरता प्रत्यक्ष विकण्याचा उद्देश असो, यीस्टच्या उत्पादनाबरोबर उच्च प्रमाणात प्रदूषणकारी वैशिष्टचे असलेले अपशिष्ट उपपदार्थांच्या स्वरुपात निर्माण होते.

दुसऱ्या महायुद्धाच्या कालात व त्यानंतर जैवी भेषजीय पदार्थांच्या संयंत्रांची वाढ चढत्या वेगाने झाली नवीन पदार्थांच्या, विशेषतः प्रतिजैवी (antibiotic) पदार्थांच्या निर्मितीमुळे उद्योगातील अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीची समस्या मोठ्या प्रमाणात वाढली.

२२-७. सुराकर्मशाळा व आसवन्यातील अपशिष्टांचा उद्भव –

बीरचे सुराकर्म अनिवार्यतया दोन टप्प्यात होते. माल्टपासून बार्लीचे यवरसीकरण (malting) व सुराकर्म ही दोन्हीही कार्ये एकाच संयंत्रात करण्यात येतात. यवरसीकरणाच्या प्रक्रियेत खालील टप्पे असतात : १) साठ्यातून धान्य काढून घेऊन चाळणे, २) चाळलेले धान्य टाकीत ओतून त्याचा रंग नाहीसा होण्याकरता पाण्यात भिजवणे, ३) नंतर धान्याला मोड आणणे, व त्यावेळी निवेश द्रव्याकरता (inoculum) वापरण्यासाठी एन्झाइम्सची वाढ उत्तेजित व्हावी म्हणून त्यात हवा व पाणी सोडणे, ४) पांच ते आठ दिवस वातन करुन नंतर माल्टचे धान्य काढून घेऊन शुष्कन पात्रात घालून, पूर्वनिर्धारित आर्द्रतांश मिळेपर्यन्त सुमारें

४ दिवस ते सुकविणे, ५) तयार माल्टवरील कोंब काढून ते मोठाल्या डब्यालकात साठवून जीर्ण करणे.

माल्टवर केलेल्या प्रक्रियेतून दोन मुख्य अपशिष्टे निर्माण होतात : भिजवण टाकीत धान्य काढून घेतल्यानंतर उद्भवणारी व मोड घेणाऱ्या पिपांत माल्टचे धान्य काढल्यानंतर राहिलेली सुराकार्यातील प्रत्यक्ष प्रक्रियेला पाणी बरेच लागते आणि त्यातील बरेचसे निवविण्याऱ्या कामाकरता वापरण्यांत येते. सुराकर्म शाळेतील अपशिष्टांत, **भिजलेले धान्य पिळून काढून निघालेला द्रव, यीस्टच्या पुन प्रापणातील द्रव** आणि **वेगवेगळया खात्यातील धावनजल** यांचा समावेश होतो. अल्कोहोल प्रक्रियेतील आसवनानंतर 'आसवनी–स्लॉप,' 'बीरस्लॉप,' अथवा 'स्थिरतल' (Still bottam) या नांवानी ओळखला जाणारा अवशेष मागे राहातो.

सुराकर्मशाळेत अपशिष्टाचा अनेक प्रकारे उद्भव होतो. जेव्हा भट्टीतील द्रव्याचे बाष्पीभवन करण्यांत येते तेव्हा त्यातील सर्वांत जास्त काळजी वाटणारे घटक, भट्टींतील अल्कोहोल विरहित अवशेष आणि बाष्पकांतील संघनक, हे असतात. यीस्टचे संदाबित बीज तयार करताना पोषक द्रावणात यीस्ट पेरण्यांत येते व कोशांचे जास्तीत जास्त गुणन प्राप्त होईपर्यंत ते वातजीवी परिस्थितीत वाढू देण्यांत येते. नंतर अपयुक्त (spent) पोषक द्रावणातून ते वेगळें करुन ते संदाबित करण्यांत येते, आणि शेवटी पॅकबंद करण्यांत येते. यीस्टच्या संयंत्रातील निःस्त्रावात १) पोषक द्रावणे तयार करताना निघालेले निस्यंदक अवशेष, २) अपयुक्त पोषक द्रव्ये, ३) धावन जलें, ४) निस्यंदक संदाबकातील निःस्त्राव, आणि ५) शीतन व संघनन जले असतात.

भेषजीय अपशिष्टांचा उद्भव मुख्यतः आंबवण प्रक्रियांतील उपयुक्त द्रव्यापासून होतो; त्या शिवाय फरशी धुण्यातील आणि प्रयोग शाळेतील अपशिष्टे ही असतात. प्रतिजीवाणू व जैवी पदार्थ निर्माण करणाऱ्या भेषजीय संयंत्रातील द्रव-अपशिष्टांचे खालील वर्गीकरण करता येते : १) तीव्र आंबवणी बीर, २) निस्यंदन प्रक्रियेला मदत म्हणून अगर पूर्वलेपन म्हणून उपयोगात आणले जाणारे डायटोमेशस मृत्तिकेसारखे अकार्बनिक घनपदार्थ, ३) फरशी आणि उपकरणें धुण्यातील सांडपाणी ४) रासायनिक अपशिष्ट आणि ५) बाष्पीभवनातील वायूदाबमापी संघ-नकातील पाणी.

२२–८. सुराकर्मशाळा व आसवनीतील अपशिष्टांचे गुणधर्म –

जेव्हा दर दिवशी ६९९६ बुशेल बार्लीवर प्रक्रिया करण्यांत आली तेव्हा माल्टच्या अप-शिष्टांत **(११०)** सरासरी ७२ ppm तरंगते घनपदार्थ आणि ३९० ppm BOD असल्याचे

दिसून आले. अपशिष्टाची राशी दर बुशेलला किंवा ५२४७०० गॅलनला दरदिवशी ७५ गॅलन होती. घनपदार्थ प्रामुख्याने सेंद्रिय आणि उच्च प्रमाणात नायट्रोजनयुक्त होते व त्यावरुन त्यात बऱ्याच प्रमाणात प्रथीन द्रव्य असल्याचे सूचित झाले. घनपदार्थांपैकी बऱ्याच भागाचे द्रावण झाले होते व ते त्यातील अल्प तरंगत्या घनपदार्थावरुन दिसून आले.

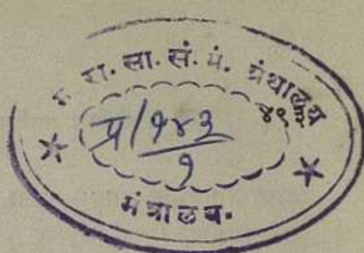
एका नमुनेदार बुर्बोन आसवनीतील वैयक्तिक अपशिष्टे संक्षिप्तपणे को. २२-९ मध्ये दिली आहेत. आणि को. २२-१० त कांही आसवनी 'स्लॉप्स' ची (२८) बनावट दाखविली आहे. सर्व स्लॉप्सची अम्लप्रतिक्रिया होते व त्यातील एकूण घनपदार्थाचे सांद्रण सुमारे २ ते ७ टक्के असते. रायच्या आंबवणातील बीर स्लॉपमध्ये ३.३ टक्के एकूण घनपदार्थ होते. त्यापैकी ९१ टक्के बाष्पशील होते. आंबवण-अपशिष्टातील घनपदार्थाचे सांद्रण आणि BOD चा अंशही को. २२-११ (१५) त दिले आहेत.

उपयुक्त पोषकांपासून यीस्टची अपशिष्टे मुख्यतः बनलेली असतात. जरी अपशिष्टाची राशी मापाने २० टक्के असली तरी ते ७५ ते ८० प्रतिशत् अेकूण BOD ला जबाबदार असते.

कोष्टक २२-९

आसवनीतील अपशिष्टाचा सारांश (११०)

अपशिष्टाचे मूळ	राशि, गॅलन	तरंगते घनपदार्थ		pH	BOD ppm	लोकसंख्या तुल्यांक
		एकूण ppm	बाष्पशील ppm			
कुकर संघनक	५४०००	७	६	७.२	५.४	१४
कुकर धावनजल	२७५०				१३७०	१८५
पुनरासवनी अवशेष	१०००			७.७	१७००	८४
फरशी व उपकरणी धुतलेले पाणी						२२७
बाष्पिक संघनक	२९४००	३५	३०	४.५	३७५	५४०
संभरण गृहातील दाट स्लॉप	३५२३५	५००००	४८०००	४.३	२००००	३५३००



कोष्टक २२–१०

आसवनीतील स्लॉप्सची बनावट (+२८)

बाब	स्पिरिटच्या प्रकाराचे	बुर्बोनच्या प्रकाराचे	मळी	सफरचंदाची ब्रँडी
pH	४.१	४.२	४.५	३.८
एकूण घनपदार्थ, ppm	४७३४५	३७३८८	७१०५३	१८८६६
तरंगते घनपदार्थ, ppm	२४८००	१७१००	४०	५०
BOD, ppm	३४१००	२६०००	२८७००	२१०००
अेकूण बाष्पशील घनपदार्थ ppm	४३३००	३४२२६	५५६०८	१६९४८

कोष्टक २२–११

आंबवण अपशिष्टातील घनपदार्थ आणि BOD (१५)

आंबवण अपशिष्ट	घनपदार्थ ppm	BOD, ppm
सुराकर्मशालेतील संदावन द्रव	३	१०–२५०००
यीस्ट संयंत्र	१–३	७–१४०००
औद्योगिक अल्कोहोल	५	२२०००
आसवनी स्लॉप्स	४.५–६	१५–२००००

त्यांचा रंग पिंगट असतो. त्यांना यीस्टचा विशिष्ट प्रकारचा वास येतो. आणि ती उच्च प्रमाणात आर्द्रतावशोषी (hygroscopic) असतात. त्यांतील घनपदार्थ जवळजवळ पूर्णतया विरघळून गेलेले व कलील असतात। त्यात तरंगत्या घनपदार्थाचा अंश क्वचितच सुमारे २०० ppm असतो ट्रब्नीकच्या मते (१२७) असलेली ह्या अपशिष्टाची बनावट को. २२–१२ त दाखविली आहे.

कोष्टक २२–१२

यीस्ट–संयंत्रातील अपमुक्त पोषकाची बनावट (१२७)

वैशिटष्ये	सांद्रण अथवा मूल्य
एकूण घनपदार्थ, ppm	१०–२००००
तरंगते घनपदार्थ, ppm	५०–२००
बाष्पशील घनपदार्थ, ppm	७०००–१५०००
एकूण नायट्रोजन, ppm	८००–९००
सेंद्रिय नायट्रोजन, ppm	५००-७००
एकूण कार्बन, ppm	३८००–५५००
सेंद्रिय कार्बन, ppm	३७००–५५००
BOD ppm	२०००–१५०००
SO_4 च्या स्वरुपात सल्फेट, ppm	२०००–२५००
P_2O_5 च्या स्वरूपात फॉस्फेट, ppm	२०–१४०
pH	४.५–६.५

कोष्टक २२– १३

वैशिष्टये	सांद्रण अथवा मूल्य
BOD, ppm	४५००
pH	६–७
एकूण घनपदार्थ, ppm	१००००
अवस्थापनातील तरंगते घनपदार्थ मि. लि./लिटर	२५

आंबवण प्रक्रिया-संयंत्रातील अपशिष्टाची साधारण वैशिष्टये को -२२-१३ त दिली आहेत.

पेनिसिलीन आणि तत्सम प्रतिजीवाणू निर्माण करणाऱ्या भेषजीय संयंत्रातील अपशिष्टे तीव्र (उच्च BOD) असतात आणि सामान्यतः त्यांच्यावर घरगुती वाहितमलाबरोबर-जर अभिकल्पनात अतिरिक्त भाराचा आणि उपचारण संयंत्राच्या परिचालनाचा विचार केला नसेल तर, उपचारण करु नये. कांही धावन जलातील BOD ची व्याप्ति १४००० ppm इतकी उच्च असते आणि संयुक्त अपशिष्टांचे सरासरी मूल्य २५०० ते ५००० ppm असते. ब्राऊनने (२३) पांच मुख्य भेषजीय अपशिष्टे आणि त्यांचे गुणधर्म सादर केले आहेत : १) तीव्र आंबवण बीर : लहान राशि पण ४००० ते ५००० ppm BOD, २) अकार्बनिक घनपदार्थ : अपशिष्टाच्या गाऱ्यात BOD थोडा असतो. ३) फरशी व उपकरण धुण्यातील पाणी : अेकूण राशीची टक्केवारीं मोठी आणि BOD ६००० ते २५०० ppm., ४) रासायनिक अपशिष्ट : अन्य अपशिष्टे मिसळून जेव्हा तनुकरण करण्यात येते तेव्हा BOD चे भरीव प्रमाणात भारण असलेले विलायकांचे द्रावण, ५) वायुदाबमापीय संघनक जल : संघनक जलाबरोबर मिसळल्यामुळे घनपदार्थ आणि बाष्पशील वायूपासून निर्माण होणारे, ६० ते १२० ppm BOD ला कारणीभूत.

२२-९ सुराकर्मशाळा, आसवनी आणि भेषजीय अपशिष्टांवरील उपचार

आसवनीतील मुख्य प्रदूषणकारक भार, आसवन यंत्रातील गाळ (stillage), हा असतो. तो आसवन स्तंभातील धान्याच्या शेष गोळया (mash). पासून बनलेला असतो. हे द्रव्य उद्योगाकडून उपपदार्थ, जनावरांचे अन्न म्हणून किंवा रासायनिक पदार्थांत परिवर्तित करण्या-करता शक्य तितक्या पूर्णपणे पुनः प्राप्त करण्यात येते, अशी पुनः प्राप्ती न केली तर BOD वर आधारित केलेले आसवनीतील अपशिष्टांचे लोकसंख्या सममूल्य धान्याच्या गोळयाच्या दर १००० बुशेलला सुमारे ५०,००० होते. सुकविलेले धान्य चाळून घेतल्यास तेच सममूल्य ३०,००० इतके कमी होते. आसवन यंत्रातील संपूर्ण गाळाचे पुनः प्रापण केल्यास ते सममूल्य फक्त २५०० इतके करणे शक्य होते आणि अपशिष्टाची एक मोठी पण सौम्य राशि शिल्लक राहते ह्या आंबवण अपशिष्टाच्या स्लॉप्स पासून सुके यीस्ट आणि कोरडे अपयुक्त धान्य असे दोन मौल्यवान उपपदार्थ पुनः प्राप्त होतात आणि त्यांच्यापासून अतिरिक्त मौल्यवान द्रव्ये मिळविण्याकरिता बरेच संशोधन करण्यात येत आहे. पुनः प्रापणाची प्रक्रिया केल्यानंतर जर BOD च्या अतिरिक्त नष्कासनाची गरज पडली तर शेष अपशिष्टावर टिबकणारे निस्यंदन अगर वातनिरपेक्ष पाचन

करून प्रभावीपणे उपचार करता येतात. आसवनीतील स्लॉप्सचे सांद्रण करण्याकरता उपकेंद्राचा–सुद्धा उपयोग करण्यात आला आहे. ठिबकणाऱ्या निस्यंदनाचा परिणाम ६० ते ९८ प्रतिशत् (३४, ६६, ९५, १०१) BOD चे निष्कासन करण्यात आला आहे आणि वातनिरपेक्ष पाच–नाने ६६ ते ९० प्रतिशत् (२९, ३९, ६६, ९४, १२२) BOD चे निष्कासन झाले आहे ट्रब्निक आणि रूडॉल्फ्स (२७) यांनी संदाबित यीस्टच्या अपशिष्टावरील उपचारणासंबंधी जे अन्वेषण केले त्याचे निष्कर्ष को. २२–१४ त दिले आहेत.

वात निरपेक्ष पाचन आणि नियंत्रित वातन, या दोघांचा भेषजीय अपशिष्टातील BOD अंदाजे ८० टक्क्यांनी कमी करण्याकरता वापर करण्यात आला आहे. अशा उपचारातील निःस्त्रावणावर वालुका निस्यंदकात, सुमारे ३५ ppm BOD असलेला निःस्त्राव निर्माण कर-ण्याकरता, आणखी प्रक्रिया करता येते. ज्यात २ वातक (aerators), २ निर्मलकारक आणि दोन उच्च गति निस्यंदक असतात अशा एका औत्सुक्यपूर्ण जीवाणु निस्यंदक (biofiltiration) संयंत्रामुळे (९५) ९० टक्क्यापेक्षा जास्त BOD चे लघुकरण, आणि तरंगत्या घनपदार्थांचे ६५ टक्के निष्कासन करता आले. प्रारंभिक अपशिष्टांच्या दररोजच्या ९०००० गॅलन प्रवाहात ५७०० ppm, BOD असतो.

प्रतिजीवाणुविषक (antibiotic) अपशिष्ट–उपचारणात कधीकधी बाष्पन आणि भस्मीकरण करणेच फक्त शक्य असते आणि भेषजीय संयंत्रातील अपशिष्टावर प्रक्रिया करतान

कोष्क २२–१४

आंबवण अपशिष्टांवरील उपचारणाची कार्यक्षमता (१२७)

उपचारण प्रक्रिया	BOD तील सरासरी घटa/o
विद्युत अपोहन (Electrodialysis)	२८
रासायनिक उपचार	१०
वातनिरपेक्ष पाचन	८३
उत्प्रेरित अवमल	३०
ठिबकणारे निस्यंदन	७२

सामान्यतः एकत्रितपणे पालापाचोळा हाताळावा लागत असल्याने भस्मीकरण सहज करता येते. पेनिसिलीन आणि अन्य प्रतिजीवाणु विषयक पदार्थातील अवशेष वाळवून ठेवणीचे अन्न म्हणून वापरता येतो. पेनिसिलीनच्या उत्पादनातील निर्वात शुष्क मायसेलियमचे मीथेन तयार करतानासुद्धा पाचन करता येते आणि त्याचवेळी सुमारे ५५ टक्क्यांनी सेंद्रिय द्रव्य कमी करता येते.

संदर्भ – सुराकर्मशालेतील आसवनातील आणि भेषजीय अपशिष्टे

१ ॲस्लीन, ओ. के. ब्रॅम, आणि एम. Zureher, " वेस्ट ट्रीटमेंट प्लँट, स्वित्झलँड, " स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ६, ५, १०२७ (सप्टेंबर १९३४)

२ अँब्रोज, टी. डब्ल्यू; 'वेस्ट्स फ्रॉम पोटँटो स्टार्च प्लँट्स' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४६, ६. १३३१ (जून १९५४)

३ अर्बोगॅस्ट, सी. एछ. पी., 'इन्सिनरेशन ऑफ फाँर्मस्युटिकल वेस्टस,' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (सप्टेंबर १९४८) पा. २५५

४ अर्बोगॅस्ट, सी. एछ. पी., इन्सिनरेशन ऑफ वेस्ट्स. लार्ज फॉर्मस्युटिकल एस्टाब्लिशमेंट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २३, १, १२० (जानेवारी १९५१)

५ बार्कर, डब्ल्यू. जी; आर एछ. ऑटो, डी. Schwarz, आणि जी. एफ. शिप्टन, 'फॉर्मस्युटिकल वेस्ट डिस्पोजल स्टडीज,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५८)

६ बार्कर, डब्ल्यू. जी; आर. एछ. ऑटो, डी. Schwarz, आणि बी. सी. Tjarksen 'फॉर्मस्युटिकल वेस्ट डिस्पोजल स्टडीज,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९६०) पा. ५८

७ बीसन, डब्ल्यू. एम; ' फीडिंग ऑफ फर्मेन्टेशन वेस्टस टू लाईव्हस्टॉक, ' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४७)

८ बीसन, डब्ल्यू. एम; 'लाईव्ह स्टॉक फीड फ्रॉम फर्मेन्टेटिव्ह वेस्टस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २२, ७, ९६९ (जुलै १९५०)

९ Blohm, ए. डब्ल्यू , 'इफेक्ट ऑन स्युवेज ट्रीटमेन्ट, वेस्ट मिन्स्टर, Md.' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ६, ४, ६३८ (जुलै १९३५)

१० ब्लडगुड, डी. ई., 'स्टेटस ऑफ वेस्ट प्रॉडक्शन अँड डिस्पोजल,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ४, ६०७ (जुलै १९४७)

११ बोहोनॉस, एन; 'व्हॉट डू वुई हॅव्ह लेफ्ट आफ्टर ए फर्मेंटेशन प्रोसेस,' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९४७)

१२ बोहोनॉस, एम. 'फर्मेंटेटिव्ह वेस्ट्स, कॅरेक्टरिस्टिक्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ७, ५४ (जुलै १९५०)

१३ बॉलेम, डब्ल्यू. बी; 'डग्लस फर एथॅनॉल स्पिलेज, वेस्ट डिस्पोजल स्टडीज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स २२, ७, ९३२ (जुलै १९५७)

१४ Bonacei, एल. एन., आणि डब्ल्यू रूडॉल्फ्स, 'इलेक्ट्रो डायलायसिस ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १४, ६, १२८१ (नोव्हेंबर १९४२)

१५ बॉरफ, सी. एस; 'वेस्ट प्रॉब्लेम्स इन दि फर्मेन्टेशन इंडस्ट्री' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३१, ११, १३३५ (नोव्हेंबर १९३९।

१६ बॉरफ. सी. एस; 'फर्मेंटेटिव्ह वेस्ट प्रॉब्लेम्स, रिव्ह्यू,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १२, २, ३९८ (मार्च १९४०)

१७ बॉरफ, सी. एस; 'वेस्ट ट्रीटमेंट स्टेटस,' स्युवेज अँड इंडट्रियल वेस्ट्स २४, ११, १४४३ (नोव्हेंबर १९५२)

१८ बॉरफ सी. एस , 'रिकव्हरी आणि यूजेस ऑफ ग्रेन डिस्टिलरी स्टिलेज,' २ रे ओन्टॅरियो औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन, (जून १९५५) पा. ८७ १००

१९ बॉरफ, सी. एस., आणि आर. क. ब्लेन,' डिस्टिलरी फीड्स अँड वेस्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, १०, ११७९ (आक्टोबर १९५३)

२० बॉरफ, सी. एस., आणि एल. पी. वेनर, 'फीड बाय-प्रॉडक्टस फ्रॉम ग्रेन अल्को-होल अँड व्हिस्की स्टिलेज,' पहिल्या औद्योगिक अपशिष्ट सम्मेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्व-विद्यालय, (नोव्हेंबर १९४४)

२१ 'ब्युअरी वेस्ट्स,' ओहायओ, नदी सर्वेक्षण. पुरवणी D, युनायटेड स्टेट्स सार्वज-निक स्वास्थ्य सेवा, १९४३, पा. १०३९

२२ ब्राऊन, ई. एम; 'ब्रँडी अँड मोलॅसेस वेस्ट्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १६, ५, ९४९ (सप्टेंबर १९४४)

२३ ब्राऊन, जे. एम., 'ट्रीटमेंट ऑफ फार्मॅस्युटिकल वेस्टस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २३, ८, १०१७ (ऑगस्ट १९५१)

२४ ब्राऊन, जे. एम., आणि जे. जी, नीडर कॉर्न, 'अँटीबायोटिक वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २४, ११, १४४२ (नोव्हेंबर १९५२)

२५ Bueltman, सी. जी;, 'बायो-ऑक्सिडेशन ऑफ ब्युअरी वेस्टस,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५९)

२६ बुशी, आर. जे; 'पायलट प्लॅन्ट एक्स्पेरिमेंटस, गल्फ ब्युअरी कंपनी, हाऊस्टन, टेक्सास,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, ११, २, २६५ (मार्च १९३९)

२७ बस्वेल, ए. एम., 'बीर स्लॉप वेस्ट ट्रीटमेंट' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ७, ४, ७७३ (जुलै १९३५)

२८ बस्वेल, ए. एम., 'ट्रीटमेंट ऑफ 'बीर स्लॉप' अँड सिमिलर वेस्टस,' वॉटर वर्क्स अँड स्युवेज ८२, ४, १३५ (एप्रिल १९३५)

२९ बस्वेल, ए एम; 'एनिरोबिक फर्मेन्टेशन प्लँटस,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (नोव्हेम्बर १९४८) पा. १६८

३० बस्वेल, ए. एम; आणि एछ. एफ. म्यूलर, 'मीथेन फर्मेंटेशन मेकॅनिझम,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २४, ११, १४४५ (नोव्हेंबर १९५२)

३१ कार्सन, सी. टी., 'ट्रीटमेंट ऑफ डिस्टिलरी वेस्टस,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, ९८, ७, ३१२ (जुलै १९५१)

३२ 'कंबाइन्ड ट्रीटमेंट इन म्युनिसिपल प्लँट, गोल्डन, कोलो,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २५, ९, १०१४ (सप्टेंबर १९५३)

३३ कुशमन, जे. आर.- आणि जे. आर. हेज, 'पायलट प्लँट स्टडीज ऑफ फार्मॅस्युटि-कल वेस्ट अॅट अपजॉन कंपनी,' ११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५६)

३४ डेव्हिडसन, ए. बी., 'डिझाईनिग ए डिस्टिलरी वेस्ट डिस्पोजल प्लँट,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्व विद्यालय (नोव्हेंबर १९४९) पा. १५९

३५ डेव्हिड्सन, ए.बी., 'दी ट्रीटमेंट ऑफ डिस्टिलरी वेस्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स २२, ५, ६५४ (मे १९५०)

३६ डेव्हिडसन, ए. बी., 'वेस्ट 'डिस्पोजल प्लँट डिझाईन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २३, ५, ६९५ (मे १९५१)

३७ डेव्हिड्सन, ए. बी , आणि जे. एफ. बँक्स, 'ॲनिरोबिक ट्रीटमेंट ऑफ डिस्टिलरी वेस्ट पायलट प्लँट स्टडीज,' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्व-विद्यालय (सप्टेंबर १९४९) पा. ९४

३८ डेव्हिड्सन, ए. बी., आणि जे. एफ. बॅक्स, 'डिस्टिलरी वेस्ट, ॲनिरोबिक ट्रीटमेंट, पायलट प्लँट स्टडीज,' स्युवेज अँड इडस्ट्रियल वेस्ट्स २२, ८, १०९४ (ऑगस्ट १९५०)

३९ डेव्हिडसन, ए बी; आणि एछ. बी. ब्राऊन, 'रॅपिड ॲनिरोबिक डायजेशन स्टडीज ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९५२) पा. १४२

४० 'डिस्टिलरी वेस्ट,' ओहायओ नदी सर्वेक्षण पुरवणी D, युनायटेड स्टेटस सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, १९४३, पा. ११३७

४१ एकेन फेल्डन, डब्ल्यू; 'बायो-ऑक्सिडेशन ऑफ ब्युअरी वेस्ट्स,' ७ वे ओंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९४९) पा. १९५

४२ एडन, जी. ई; आणि लोडन, 'दी ट्रीटमेन्ट ऑफ वेस्ट वॉटर्स फ्रॉम दी मॅन्युफॅक्चर ऑफ पेनिसिलीन,' मॅन्युफॅक्चरिंग केमिस्ट, लंडन, लेनॉर्ड हिल, लि., २३, १४४, (१९५२)

४३ एडमाँड्सन, के. एछ; 'डिस्पोजल ऑफ ॲंटीबायोटिक वेस्ट स्पेन्ट बीर्स बाय ट्रिपल इफेक्ट इव्हॅपोरेशन,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९५३) पा. ४६

४४ एलड्रिज, ई. एफ., इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेन्ट प्रॅक्टिस, न्यूयॉर्कः मॅक ग्रॉ-हिल बुक, कं., इन्कॉ, १९४२

४५ फेटनर, एछ. सी , 'स्पेंट ग्रेन युटिलायझेशन,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२-७, ९६८ (जूलै १९५०)

४६ फेटनर, एछ. सी., 'कॉमेंटस ॲट दी ओपनिंग ऑफ दी फर्मेन्टेशन प्रोसेस सिंपोझियम,' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९४७)

४७ गॅबॅंशिया, ए., 'काँपोस्टिंग वेस्ट स्लज फ्रॉम फॉर्मेस्युटिकल मॅन्युफॅक्चरिंग,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, १०, ११७५ (आक्टोबर १९५९)

४८ गॅलॅंजर, ए., एल. जे. कीफ, एस. ए. मेयर, आणि डब्ल्यू. डी. हॅनलन, 'वेस्ट डिस्पोजल, ब्रिस्टल लॅबोरेटरीज,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ११, १३५५ (नोव्हेंबर १९५४)

४९ गेहम, एछ. डब्ल्यू. 'एरोबिक ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट हाय इन BOD कॉन्सेन्ट्रेशन, ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, ,(मे १९५३)

५० ग्रीली, एस. ए , आणि डब्ल्यू. डी. हॅटफिल्ड, 'दी स्युवेज डिस्पोजल वर्क्स ऑफ डीकॅटूर, इलि.,' ट्रॅन्झॅक्शन्स ऑफ अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजनिअर्स, ९४ (१९३०) पा. ५४४-५९९

५१ ग्रीन्ले, जे. डब्ल्यू., 'पर्किन्स, इलि., वेस्ट ट्रीटमेंट प्लँट,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स. १४. १, २५० (जानेवारी १९४२)

५२ गर्नहॅम, सी. एफ., प्रिन्सिपल्स ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट न्यूयॉर्क, जॉन बायली अँड सन्स, इन्कॉ. १९५५

५३ गर्नहॅम, सी. एफ; वेस्ट सॉल्व्हंट इन्सिनरेशन सक्सेसफुल अॅट अपजॉन कं, कॅलॅ–मॅझ, मिशि.,' इंडस्ट्रियल वेस्टस, २, २, २९ (मार्च–एप्रिल १९५७)

५४ हेल, एफ; 'सोर्स ऑफ BOD इन ब्युअरी वेस्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, १०, ११८७ (आक्टोबर १९५३)

५५ हॉल, आर, एल; 'हॉप्स अँड स्पेंट ग्रेज प्रेस लिकर,' ३ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४७) पा. १३८

५६ हॉल, आर. एल., 'बाय–प्रॉडक्ट व्हॅल्यू ऑफ ब्युअरी अॅन्ड डिस्टिलरी वेस्टस, स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ९, १२५४ (सप्टेंबर १९५०)

५७ हाल्पेरीन, झेड; 'टार्ट्रेट रिकव्हरी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, १, १६९ (जानेवारी १९४६)

५८ हॅट्फील्ड, डब्ल्यू. डी., 'ऑपरेशन ऑफ दी प्री–एरिएशन प्लँट अॅट डेकॅटूर, इलि,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, ३, ४, ६२१–६३५ (आक्टोबर १९३१)

५९ हॅटफील्ड, डब्ल्यू. डी. 'कॉर्नस्टार्च प्रोसेसिस,' इंडस्ट्रियल वेस्ट, देअर डिस्पोजल अँड ट्रिटमेंट, डब्ल्यू. रुडॉल्फस, संपादक, न्यूयॉर्क: राईनहोल्ड पब्लिशिंग कार्पो. (१९५३) पा. १३२

६० हॉप्ट, एछ. 'बाय–प्रॉडक्ट रिकव्हरी,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ८, २, ३५० (मार्च १९३६)

६१ हेल्मर्स, ई. एन., जे. डी. फ्रेम. ए ई ग्रीनबर्ग, आणि सी. एन. सॉयर, बायॅलॉ–जिकल स्टॅबिलायझेशन ऑफ वेस्ट, न्यूट्रियंट रिक्वायर्मेन्टस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४ ४, ४९६ (एप्रिल १९५२)

६२ हिल्गार्ट, ए. ए; 'पेनिसिलीन अँड स्टेप्टोमायसीन वेस्ट्स, ट्रीटमेंट प्लँट, डिझाईन अँड ऑपरेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, २, २०७ (फेब्रुवारी १९५०)

६३ हॉजसन. एछ, जे. एन; आणि जे. जॉन्सन, वेस्ट ट्रीटमेंट स्टडीज, जेनेल्ग,' मा.– ऑस्ट्रेलिया,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १२, २, ३२१ (मार्च १९४०)

६४ हूवर, सी. आर, आणि एफ. के. बर, 'डिस्टलरी वेस्ट–केमिकल अँड फिल्ट्रेशन स्टडीज' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, २८, १, ३८ (जानेवारी १९३६)

६५ हूवर, डब्ल्यू. आर; आणि यू. एस. रिनॅका, 'ट्रीटमेंट ऑफ फॉर्मस्युटिकल वेस्टस,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९६०) पा. २३५

६६ हो, आर. एछ, एल; आणि एस. एम. पॅरॅडिसो, 'मिरॅकल ड्रग वेस्ट ॲन्ड प्लँट स्युवेज ट्रीटमेंट बाय मॉडिफाईड एरिएटेड स्लज अँड बायो फिल्ट्रेशन युनिट्स,' वेस्टस इंजनिअरिंग २७, ५, २१० (मे १९५६)

६७ ह्विटझ, ई, के एछ. एडमॉडसन, आणि एस. एम. क्लार्क, 'फॉर्मेस्युटिकल वेस्ट ट्रीटमेंट,' वॉटर ॲन्ड स्युवेज वर्क्स, ९९, ५, २०२ (मे १९५२)

६८ 'इन्सिनरेशन ऑफ वेस्टस,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ४, ७७६ (जुलै १९४८)

६९ जॅक्सन, सी. जे; 'व्हिस्की अँड इंडस्ट्रियल अल्कोहोल डिस्टलरी वेस्ट्स,' वाहितमल शुद्धिकरण संस्था, वार्षिक संमेलन, (जून १९५६)

७० क्लॅसेन, सी. डब्ल्यू; आणि ए. पी. ट्रॉपर 'वेस्ट्स फ्रॉम ए व्हिस्की डिस्टिलरी,' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४७) पा. १५३

७१ क्लॅसेन, सी. डब्ल्यू; आणि ए. पी. ट्रॉपर, 'वेस्ट सोर्सेस कॅरेक्टरिस्टिक्स,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ९, १२५४ (सप्टेंबर १९५०)

७२ नोडलर, ई, एल; आणि एस. एछ. रॅबकॉक, 'कॅरेक्टर अँड डिस्पोजल ऑफ वेस्ट्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १९, ५, ९५० (सप्टेंबर १९४७)

७३ लिन, पी. डब्ल्यू; 'यीस्ट ग्रोइंग ऑन ब्युअरी वेस्ट,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९) पा. १८१

७४ लिन, पी. डब्ल्यू; 'यीस्ट, ग्रोथ ऑन ब्युअरी वेस्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५, ६९५ (मे १९५१)

७५ लायनटास, जे. ए; 'मिक्स्ड वेस्ट ट्रीटमेंट, हाय रेट फिल्टर्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ३, ३१० (मार्च १९५४)

७६ लंडबर्ग, 'मीथेन फर्मेंटेशन ऑफ पेनिसिलिन मायसेलियम,' Arkiv For Kemi, ५, १ (जानेवारी १९५२), स्वीडन

७७ मॅन, यू. टी., 'पेनिसिलीन वेस्ट, इफेक्ट ऑन ॲक्टिव्हेटेड स्लज प्लँटस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २३, ११, १४५७ (नोव्हेंबर १९५१)

७८ मॉरिएलो, सी. जी; 'बायॉलॉजिकल ॲन्ड फॉर्मेस्युटिकल वेस्ट्स, ट्रीटमेन्ट प्रॉब्लेम,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ११, १३९७ (नोहेम्बर १९५८)

७९ मोहल्मन, एफ. डब्ल्यू., 'ब्युअरी वेस्ट्स मॉडर्न ब्युअर, २१, १, ३५–३७ (जानेवारी १९३९)

८० मोहल्मन, एफ. डब्ल्यू; 'ब्युअरी वेस्ट सर्व्हे, शिकॅगो,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स ११, ४, ७२१ (जुलै १९३९)

८१ मोहल्मन, एफ. डब्ल्यू; 'युटिलायझेशन ॲन्ड डिस्पोजल ऑफ इंडट्रियल वेस्ट्स,' १ ल्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४४) पा. ४३

८२ मोहलमन, एफ. डब्ल्यू; 'स्टेटस ऑफ वेस्ट प्रॉडक्शन अँड डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ३, ४७३ (मे १९४७)

८३ मोहलमन, एफ. डब्ल्यू; आणि ए. जे. बेक, 'डिस्पोजल ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, २१, ३, २०५ (मार्च १९२९)

८४ मॉर्गन, ई. एछ; आणि ए. जे. बेक, 'इफेक्ट्स ऑफ ॲक्टिव्हेटेड स्लज, शिकॅगो,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १, १, ४६ (जानेवारी १९२८)

८५ मस, डी. एल; 'पेनिसिलिन वेस्ट ट्रिटमेंट मेंथड्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ४, ४८६ (एप्रिल १९५१)

८६ न्यूटन, डी; 'क्युअरी वेस्टस BOD: स्युवेज = १५:१—वेस्ट सोल्यूशन ईज सीरीज फिल्टर्स,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, २७, १०, ५०० (आक्टोबर १९५६)

८७ नाईल्स, सी. एफ. ज्यू; 'कॉंपोस्टिंग स्पेंट हॉप्स,' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (सप्टेंबर १९४८)

८८ नाईल्स, सी. एफ. ज्यू; 'कॉंपोस्टिंग स्पेंट हॉप्स फॉर फर्टिलायझेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २२, ८. १०९४ (ऑगस्ट १९५०)

८९ निसेन, बी. एछ., 'ब्युअरी वेस्ट युटिलायझेशन,' २ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यु विश्वविद्यालय, (जानेवारी १९४६) पा. ८२

९० निसेन, बी. एछ., 'बाय-प्रॉडक्ट रिकव्हरी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ६, ११०४ (नोव्हेंबर १९४७)

९१ पेंटर, एछ. ए, 'ट्रीटमेंट ऑफ माल्ट व्हिस्की डिस्टिलरी वेस्ट्स बाय एनिरोबिक डायजेशन' ब्युअर्स गार्डियन, (ऑगस्ट १९६०)

९२ पॅट्री, ई सी., 'रिसर्च इन दि डिस्पोजल ऑफ डिस्टिलरी वेस्ट्स,' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (सप्टेंबर १९४८) पा. १२२

९३ पॅट्री, एस. सी., 'वेस्ट डिस्पोजल रिसर्च, 'स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ८, १०९४ (ऑगस्ट १९५०)

९४ पिअर्सन, ई. ए; डी. एफ फीव्हर्स्टीन, आणि बी. ओनोडेरा, 'ट्रीटमेंट अॅन्ड युटिलायझेशन ऑफ वायनरी वेस्ट्स,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५५) पा. ३४

९५ पिट्स, एछ डब्ल्यू; 'ट्रीटमेन्ट प्रॉब्लेम्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, ८ ९७० (ऑगस्ट १९५५)

९६ पुल्फे एल; आर डब्ल्यू. केर, आणि एल. आर. रीट्जेस,' वेट मिलिंग ऑफ कॉर्न' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३२, ११, १४८३ (नोव्हेंबर १९४७)

९७ रेनार्ड, एम; 'स्प्रे इरिगेशन वेस्ट ट्रीटमेंट Montierchaume, डिस्टलरी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २४, १२, १५५१ (डिसेंबर १९५२)

९८ रिज्वे, जे. डब्ल्यू; आणि इतर, 'स्प्रे ड्राइंग ऑफ डिस्टिलर्स सोल्यूबल्स,' ३ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४७) पा. १२८

९९ रिज्वे, जे. डब्ल्यू. व्ही. वाल्डाइज, आणि एम. स्कॅर्वा, 'डिस्टिलर्स सोल्यूबल्स, स्प्रे ड्रॅइंग,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २२, ७, ९६८ (जुलै १९५०)

१०० रिमर्स, एफ. ई; यू. एस. रिनॅका, आणि एल. ई. Poese, 'फाईन केमिकल वेस्ट' पायलट प्लँट ट्रिक्लिंग फिल्टर स्टडीज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, १, ५१ (जानेवारी १९५३)

१०१ रॉबर्टस, एन; आणि जे. बी. हार्डनिक, 'पायलट प्लँट स्टडिज ऑन डिस्टिलरी वेस्ट,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (फेब्रुवारी १९५१) पा. ८०

१०२ रॉबर्टस एन; आणि जे. बी हार्डनिक, 'डिस्टलरी रेसिडयुअल वेस्ट लोड, हाय-रेट ट्रिक्लिंग फिल्टर पायलट प्लँट स्टडिज,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २४, ६, ८०४ (जून १९५२)

१०३ रुडॉल्फस, डब्ल्यू; 'बाय-प्रॉडक्टस अँड ट्रीटमेंट ऑफ ब्युअरी अँड यीस्ट वेस्ट,' १ ल्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४४)

१०४ रुडॉल्फस, डब्ल्यू; 'बाय प्रॉडक्ट रिकव्हरी अँड वेस्ट ट्रीटमेंट'' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १८, ४, ७६२ (जुलै १९४६)

१०५ रुडॉल्फस, डब्ल्यू; व ई. एछ. ट्रब्निक, 'कॅरेक्टर ऑफ वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २०, ६, १०८४ (नोव्हेंबर १९४८)

१०६ रुडॉल्फस, डब्ल्यू; आणि ई. एछ. ट्रब्निक, 'बायालॉजिकल ट्रीटमेंट, कॉंप्रेस्ड यीस्ट वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २१, १ १०९ (जानेवारी १९४९)

१०७ रुडॉल्फस, डब्ल्यू; आणि एछ. ट्रब्निक, 'पायलट प्लँट डायजेशन स्टडीज, काँप्रेस्ड यीस्ट वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २१, २, २६५ (मार्च १९४९)

१०८ रुडॉल्फस, डब्ल्यू, आणि ई. एछ, ट्रब्निक, 'ट्रिक्लिक फिल्टर स्टडीज काँप्रेसड यीस्ट वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २१, ३, ४६१ (मे १९४६)

१०९ रुडॉल्फस, डब्ल्यू; आणि ई एछ. ट्रब्निक, 'ट्रीटमेंट ऑफ कॉप्रेस्ड' यीस्ट वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४२, २, ६१२ (एप्रिल १९५०)

११० रफ, एछ. डब्ल्यू; एल. एफ. वॉरिक, आणि एम. एस. निकल्स, 'माल्ट हाऊस वेस्ट ट्रीटमेंट स्टडीज इन विस्कॉन्सिन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १७, ३, ५६४ (मे १९३५)

१११ Schmidl, टी एल; 'युटिलायझेशन ऑफ ब्युअरी वेस्टस,' औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, स्थापत्य अभियांत्रिकी विभाग, वॉशिंग्टन विश्वविद्यालय, (एप्रिल २८, १९४९)

११२ Schneider, आर; 'ब्युअरी वेस्ट डिस्पोजल, अँझूसा, कॅलि,' स्युवेज अँड इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १०,१३०७ (आक्टोबर १९५०)

११३ शक, सेसीला, 'यीस्ट अँज ए ह्यूमन फूड,' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेल-नाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (सप्टेंबर १९४८)

११४ शॉ, पी. ए. 'कॅलिफोर्निया, मोकेल्यूम रिव्हर पोल्यूशन बाय वायनरी वेस्टस,' स्युवेज अँन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ९, ४, ५९९ (जुलै १९३७)

११५ Singruen, एल्सी, 'यूसेस फॉर यीस्टस,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेल-नाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९)

११६ Sjostrom, ओ ए; 'ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट वॉटर फ्रॉम ए स्टार्च अँड ग्ल्यूकोज फॅक्टरी,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३, २, १०० (फेब्रुवारी १९११)

११७ स्तुक, डब्ल्यू एफ. ए; 'ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स ५, ४, ७५० (जूलै १९३३)

११८ स्टेचर, ई; 'इफेक्ट ऑन म्युनिसिपल स्युवेज, म्यूनिच, जर्मनी,' स्युवेज अँन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ११, ४, ७२० (जूलै १९३९)

११९ 'दी स्टोरी ऑफ कॉर्न अँड इट्स प्रॉडक्टस,' कॉर्न उद्योग संशोधन प्रतिष्ठान, इन्का.

१२० 'सिंपोझियम ऑफ फुड कॅनिंग वेस्ट्स,' १ ल्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय. (नोव्हेंबर १९४४)

१२१ टार्झवेल, सी. एम; 'दी यूज ऑफ बायो–ॲसेइन रिलेशन टू दी डिस्पोजल ऑफ टॉक्सिक वेस्ट्स,' ३ रे ओंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५६) पा. ११७ १२४

१२२ टॅट्लॉक, एम. डब्ल्यू., 'ट्रीटमेंट ऑफ यीस्ट प्रॉडक्टस वेस्ट्स,' ३ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९४७) पा. १११

१२३ टिड्स्वेल, एम. ए., 'एक्सपेरिमेंट इन प्यूरिफिकेशन ऑफ स्युवेज कंटेनिंग ए लार्ज प्रपोर्शन ऑफ ब्युअरी वेस्ट ॲट बर्टन–अपॉन–ट्रेंट,' वाहितमल शुद्धिकरण संस्था, मिड - लंड शाखा, (इंग्लंड), (आक्टोबर २८, १९५९)

१२४ टॉल्मन, एस. एल; 'ऑपरेशन ऑफ दी वेस्ट ट्रीटमेंट प्लँट ऑफ दी गल्फ ब्युअरी कंपनी, हाऊस्टन, टेक्सास,' वाहितमल उपचारावरील ओहायओ संमेलन, १४ वा वार्षिक अहवाल

१२५ टॉल्मन. एस. एल; 'ट्रीटमेंट प्लँट, गल्फ ब्युअरी कंपनी, हाऊस्टन, टेक्सास,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १३, ५, १०१४ (सप्टेंबर १९४१)

१२६ टॉपकिन्स, एल. बी., 'टू–स्टेज फिल्ट्रेशन, अपजॉन कंपनी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, १०, ११६१ (आक्टोबर १९५७)

१२७ ट्रब्निक, ई. एछ, आणि डब्ल्यू, रुडॉल्फ्स, 'ट्रीटमेंट ऑफ कॉंप्रेसड यीस्ट एफ्लुअंट्स,' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (सप्टेंबर १९४८) पा. १०९

१२८ 'अपजॉन कंपनी रिपोर्ट–अँटीफोमंट सॉल्वज फ्रॉदिंग प्रॉब्लेम,' इंडस्ट्रियल वेस्टस, २, ३, ६१ (मे–जून १९५७)

१२९ व्हॅन पॅटन, ई. एन., आणि जी. एछ. मॅक् इंटॉश, 'लिक्विड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स कॉर्न प्रॉडक्ट्स मॅन्यूफॅक्चर,' इंडस्ट्रियल अँड इंजिनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ४८३ (मार्च १९५२)

१३० Vaughn, आर. एछ., आणि जी. एल मार्श, 'डिस्पोजल ऑफ कॅलिफोर्निया वायनरी वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल ॲन्ड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४५, १२, २६८६ (डिसेंबर १९५३)

१३१ व्हॉग्लर, जे. एफ., जे. एम ब्राऊन, आणि जी. ई ग्रिफिन, 'केमिकल अँड अँटीबायोटिक वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ४, ४८५–४९० (एप्रिल १९५२)

१३२ व्हॅगनर, टी. बी; 'डिस्पोजल ऑफ स्टार्च फॅक्टरी वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३, २, ९९ (फेब्रुवारी १९११)

१३३ Wallach, ए; आणि ए. वॉल्मन, 'केमिकल ट्रीटमेंट एक्स्पेरिमेंट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १४, २, ३८२ (मार्च १९४२)

१३४ वॉर्कोलीन, सी; 'अॅपल डिस्टिलरी, कॅरेक्टर अँड डिस्पोजल ऑफ वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ४, २, ४१० (मार्च १९३२)

१३५ वॉर्ड, ए. आर; 'इफेक्ट ऑन स्युवेज ट्रीटमेंट, स्टॉकपोर्ट इंग्लंड,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ८, २, ३४६ (मार्च १९३६)

१३६ व्हीलर, एम., 'बीर स्लॉप फीड रिकव्हरी प्लँट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५, ६९५ (मे १९५१)

१३७ विजली, डब्ल्यू; एछ, 'ट्रीटमेंट वुइथ स्युवेज, हायलंड. इलि.' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स. ८, ४, ६२४ (जूलै १९३६)

मांसाची पॅकबंदी, जोडणी (Rendering) आणि कुक्कुट संयंत्रातील अपशिष्टे –

मांस उद्योगातील अपशिष्टांचा उद्भव मुख्यत्वेकरून खालील तीन ठिकाणी होतो; गोठे खाटिकखाने आणि पॅकबंदी गृहे. जनावरांची हत्या करीपर्यंत त्यांना **गोठयात** ठेवण्यात येते. **खाटिक खान्यात** अथवा अॅबोटायरमध्ये त्यांना मारणे. सोलणे या व उपपदार्थांवरील काही प्रक्रिया करण्यात येतात. ताजे प्रेत आणि काळीज, यकृत, आणि जीभ यासारखे ताज्या मांसाचे उपपदार्थ तयार स्वरूपात मिळण्याकरता खाटिकखान्यात खालील क्रिया केल्या जातात. शरिरात हत्यार भोसकण्यापूर्वी (sticking) जनावरांना बेशुद्ध करून ठार करण्याच्या फरशीवर घट्ट बांधून (stuck) त्यांतील रक्त स्त्रावित करण्यात येते शवांची साफसूफी करून ती धुवून शीत कक्षात टांगून ठेवण्यात येतात. यकृत, काळीज, वृक्क (kidnely) बाजारात धाडण्यापूर्वी त्यांचे दृतशीतन (chilling) करण्याकरता शीतकक्षांत ती पाठविण्यात येतात. जनावरे, वासरे आणि मेंढरे यांची अनुक्रमे चामडी (hide), त्वचा (skin), आणि लोकरसहित कातडी सोलून व खारवून ती कातडी कमावणारांकडे अगर लोकर-प्रक्रिया संयंत्रात पाठविण्यापूर्वी त्यांचे ढीग करून ठेवण्यात येतात. आन्तरांगे (viscera) काढून घेऊन ती डोके आणि पायांच्या हाडासकट जोडणी संयंत्रात पाठविली जातात; अन्य हाडे सरसाच्या कारखान्यात पाठविण्यात येतात. अनेक खाटिकखान्यात अखाद्य वस्तू (offal) च्यापासून चरबी, ग्रीस आणि चरबीतून काढलेले एक प्रकारचे खत (tankage) बनविण्याकरता स्वयंसज्जता असते. अखाद्य कोंबडी, मासे, आणि जनावरांतील अखाद्य वस्तू आणि अपशिष्ट पदार्थातून जनावरांचे खाद्य आणि ग्रीज यांच्यात अन्य कारखान्यात स्वतंत्रपणे परिवर्तन करण्यात येते. उच्च तपमानात अखाद्य पदार्थ

अनेक तास शिजवत ठेवून हे परिवर्तन साधले जाते. ग्रीस काढून टाकण्याकरता शिजवलेले पदार्थ सदाबित करून, ते दळून खाद्य म्हणून वापरण्यात येतात.

अशा प्रकारे खाटिकखान्यातील अपशिष्टांचे अनेक उद्गम असतात; मारण्याच्या फरशी-वर, शव सोलण्याच्या प्रक्रियेत, जोडणी कार्यांत, चमड्याच्या तळघरात आणि शीतन कक्षांत त्यांची निर्मिती होते.

खाटिकखान्यातील कांही कामे जरी पॅकबंदी गृहात करण्यात येत असली तरी त्यांचे मुख्य कार्य विक्रीयोग्य पदार्थ तयार करणे हें असते. म्हणून खाटिकखान्यातील शवांची ठाकठीक, स्वच्छता व शीतन करण्यात येते. परतु पॅकबंदी व गृहात मांस शिजवून, मुरवून, धूर देऊन आणि अम्लमार्जन करून, त्यावर आणखी प्रक्रिया करण्यात येते. तसेच सॉसेज तयार करणे, मांस डब्यात भरणे, खाण्यालायक चरबीचे लार्ड व अशनीय चरबीत परिवर्तन करणे या बाबींचा पॅकबंदी गृहातील कार्यात अंतर्भाव होतो. शिवाय खाटिकखान्यातील उपपदार्थांवर वेगवेगळ्या प्रमाणात प्रक्रिया करण्यासाठी पॅकबंदी गृह सुसज्ज केलेले असते. सामान्यतः रक्त गोळा करून किलाटन करून सुकविण्यात येते आणि शेवटी त्याच्यापासून खाद्य व अखाद्य पदार्थ बनविण्यात येतात. चामडे कमावणे, लोकरीकरण (palling) करणे, व सरस, साबण, आणि खते तयार करणे, ही कामे सामान्यपणे वेगवेगळ्या सयंत्रात केली जातात.

म्हणून ठार मारण्याच्या फरशीवरील कामातून, शव सोलण्याच्या क्रियेतून, चामड्यावरील केस काढण्यातून, व प्रक्रिया, केंसिंग आणि स्वच्छता कार्यांतून, बैलाच्या पोटातील मुख्य भागा–तून (tripe) सरस, साबण व खतासारखे उपपदार्थ तयार करण्याच्या क्रियेतून आणि पॅकबंदी गृहातील कामगारांचे कपडे व गणवेष धुण्यातून, पॅकबंदी गृहातील अपशिष्टांचा प्रादुर्भाव होतो.

कोंबड्यांवरील प्रक्रिया अन्य मांसावरील प्रक्रियेपासून इतकी भिन्न असते की तिच्यावर स्वतंत्रपणे चर्चा करण्याची गरज आहे. कुक्कुटपालन उद्योगातील परिचालनाचे सामान्यतः खालील टप्पे असतात.. १) प्रक्रिया करणारा कोंबड्याची पिले व त्यांचे खाद्य वाढविणाऱ्याना पुरवितो; २) सुमारे ६ आठवड्यानंतर वाढविणारा ती ब्रॉयलर्स प्रक्रिया करणाऱ्याकडे पाठ–वितो; आणि ३) प्रक्रिया करणारा ती तयार करून बाजारात पाठवितो.

प्रक्रिया संयंत्रात ब्रॉयलर्स पोहोचविल्यानंतर त्यांना फिरत्या साखळीवर पाय वर बांधून जिवंत टांगण्यात येते. तेथून त्यांना ठार करण्याच्या मेजावर ठेवून त्यांचे कंठच्छेदन करण्यांत येते सामान्यतः रक्त द्रोणीत वाहून जाते आणि तेथून ते साठवणाऱ्या पिपात सोडले जाते. (कांही

संयंत्रात रक्तावर किलाटकाची फवारणी करण्यात येते, अवशेष खोऱ्याने पिपात ढकलण्यात येतात आणि अधिपृष्ठ द्रव मलवाहिनीत सोडून दिला जातो.) संयंत्रात अखंड साखळी फिरत असते आणि त्यामुळे पक्षी यंत्रसहाय्याने उचलले जातात, धुतले जातात. व स्वच्छ केले जातात. पुनः ते धुतले जातात आणि शेवटी त्यांना साखळीवरून काढून घेण्यात येते साखळीवरील विशिष्ट जागी कापलेले पंख, मुंडके, पाय, ओफल आणि खरडून काढलेल्या अपशिष्टाचे पदार्थ साठविण्याकरता पिपे ठेवलेली असतात. कारण ह्या अपशिष्टापैकी कांही भाग मलवाहिनीत वाहून जाऊ न देणे महत्वाचे असते. सोललेला पक्षी नंतर कापण्यांत येतो व गोठवण्यात किंवा प्रशीतित करण्यात येतो. हे त्या दिवशीच्या परिचालनावर अवलंबून असते. त्या क्षेत्रातील जोडणी यंत्रातर्फे ओफल, पाय, मुंडके, कचरा आणि रक्ताकरतासुद्धा बाजारपेठ सहज उपलब्ध होते. तेथे त्यांचे पोषण-संयोजक (feed addrtives) म्हणून चरबीतल्या एक प्रकारच्या खतात परिवर्तन करण्यात येते अथवा पाळीव पशुपक्ष्याचे खाद्य अगर खत म्हणून त्यावर प्रक्रिया करण्यांत येते. या कुक्कुटपालनातील अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीच्या सर्व पद्धती वरवर फायदेशीर दिसत असल्या तरी दुर्दैवाने बऱ्याच मोठ्या प्रमाणात अपशिष्टांची परिसमाप्ती मलवाहिनीत होते.

२२-१० मांस पॅकबंदी अपशिष्टांचा उद्भव व गुणधर्म –

गुदामातील (stock vard) अपशिष्टात पातळ व दाट अशी दोन्ही प्रकारची विष्टा असते या अपशिष्टांची राशी व शक्ति यात फार विचरण असते. जनावरांची शिंगे त्यात आहेत अगर

कोष्टक २२–१५

गुदामातील अपशिष्ट

गुणधर्म	सांद्रण, ppm
एकूण तरंगते घनपदार्थ	१७३
बाष्पशील तरंगते घनपदार्थ	१३२
सेंद्रिय नायट्रोजन	११
अमोनिया नायट्रोजन	८
BOD	६४

नाहीत, शेण किती वेळा आणि किती काटेकोरपणे काढून टाकले आहे, किती वेळा धावन केले आहे, इत्यांदींच्यावर हे विचरण अवलंबून असते. शिकागोमधील एका गुदामातील अपशिष्टांवर केलेले विश्लेषण को. २२-१५ (३५) मध्ये दिले आहे. त्यांच अपशिष्टांवर केलेल्या दुसऱ्या अभ्यासात गुदामातील एका २७ एकर भागातील त्यांची रोजची राशि ६२३००० गॅलन होती आणि त्यातील सरासरी BOD 100 ppm (सममूल्य लोकसंख्या ३१००) होता असे दिसून आले. खाटीक खान्यातील प्रक्रिया सामान्यतः हत्या करणाऱ्याच्या फरशीभोवती केन्द्रीभूत झालेल्या असतात. तेथे निर्माण झालेल्या अपशिष्टांचा रंग जर्द लालसर पिंगट असतो. BOD उच्च असतो आणि त्यात बऱ्याच प्रमाणात तरंगते द्रव्य असते.

रक्तात उच्च प्रमाणात नायट्रोजन असतो आणि त्याचे विघटन सहज होऊ शकते. अपशिष्टात रक्ताखेरीज खत, केस व घाण निरनिराळ्या प्रमाणात असतात. सामान्य खाटिक खान्यातील हत्या करणाऱ्याच्या फरशीवरील अपशिष्टातील अनेक नमुन्याचे जेव्हा विश्लेषण करण्यात आले तेव्हा त्यात दररोज ५००० गॅलन प्रवाह असताना सरासरी २००० ppm BOD आणि सुमारे ५०० ppm एकूण नायट्रोजनचा अंश असतो असे दिसून आले.

कोष्टक २२–१६

पॅकबंदी गृहातील अपशि'टे

उद्भव	तरंगते घन-पदार्थ ppm	सेंद्रिय नायट्रोजन, ppm	BOD, ppm	pH
हत्या करण्याची फरशी	२२०	१३४	८२५	६.६
रक्त व टाकीतील पाणी	३६९०	५४००	३२०००	९०
उकळण्याचा टप	८३६०	१२९०	४६००	९.०
मांसाचे तुकडे करणे	६१०	३३	५२०	७४
आतडी धावक	१५१२०	६४३	१३२००	६.४
सॉसेजचा विभाग	५६०	१३६	८००	७.३
लार्ड विभाग	१८०	८४	१८०	७.३
उपपदार्थ	१३८०	१८६	२२००	६७

पॅकबंदी गृहातील व वैयक्तिक अपशिष्टातील अंतर्वस्तू को २२-१६ त दाखविल्या आहेत. को. २२-१७ मध्ये खाटिकखाना आणि पॅकबंदीगृहातील संयुक्त अपशिष्टांचे गुणधर्म सादर केले आहेत

कोष्टक २२-१७

खाटिकखाना आणि पॅकबंदी गृहातील अपशिष्टे

ठार मारलेल्या प्राण्यांचे प्रकार	दर जनावराची राशि, गॅलन	तरंगते घन-पदार्थ ppm	सेंद्रिय नायट्रोजन, ppm	BOD ppm	दर जनावराकरता सममूल्य लोकसंख्या
मिश्र	३५९	९२९	३२४	२२४०	४०२
जनावरे	३९५	८२०	१५४	९९६	१९६
डुकरे	१४३	७१७	१२२	१०४५	७.५
मिश्र	९९६	४५७	११३	६३५	३०.७
जनावरे	२१८९	४६७		४४८	४८.२
डुकरे	५५२	६१३		१०३०	२८.६

मांस संयंत्रातील अपशिष्टे, त्यांची बनावट, आणि संग्राहक पाण्यावर होणारा परिणाम या संबंधात अगदी घरगुती वाहितमलासारखी असतात. तथापि, त्या अपशिष्टातील एकूण सेंद्रिय अंतर्वस्तू घरगुती वाहितमलातल्यापेक्षा बऱ्याच जास्त असतात. उलटपक्षी पॅकबंदीगृहातील आणि खाटिकखान्यांत ल अपशिष्टांतील रोगोत्पादक जीवापासून होणारा धोका घरगुती वाहितमलाच्या तुलनेने कमी असतो. तनुकरण पुरेशा प्रमाणात केले नसल्यास मांस संयंत्रातील अपशिष्टांचे हानिकारक परिणाम, ऑक्सिजनचे रिक्तीकरण, अवमल-निक्षेप, अपवर्णन (discoloration), आणि सर्वसाधारण उपद्रव होणारी परिस्थिती निर्माण होणे, हे असतात.

जोडणी – संयंत्रातील अपशिष्टे, वापरण्यात आलेल्या प्रक्रियेवर अवलंबून असतात. जर "आर्द्र" प्रक्रिया वापरली तर विशेषतः नायट्रोजनयुक्त संयुगे असलेली व सेंद्रिय द्रव्याचे उच्च सांद्रण झालेली द्रवीय अपशिष्टे निर्माण होतात. काही संयंत्रात द्रव्याचे बाष्पीभवन केले जाते

आणि जोडणी प्रक्रियेतील पदार्थाबरोबर अपशिष्टाचे मिश्रण करण्यात येते. जरी "शुष्क" जोडणीत प्रक्रिया केल्यानंतर द्रव निर्माण होत नसला तरी तीत अल्प प्रमाणात निःसार आणि दाबद्रव असतो व त्यापैकी बहुतेक जोडण-डोणीत परत केला जातो. जोडणी-संयंत्रातील धावन जलामुळे अपशिष्टात बऱ्याच प्रमाणात प्रदूषणकारक द्रव्य मिसळले जाते.

कोंबडी सोलण्याच्या प्रक्रियेतील एकूण द्रवीय अपशिष्टात, रक्त, पिसे, मांसाचे तुकडे (fleshings) चरबी, आंतडी काढून टाकण्यातील (evisceration) धावन, पातन झालेले अन्न, खत आणि घाण असते. संग्राहक आणि संभरण केंद्रातील खते आणि हत्या व स्टिकिंगच्या कामातील रक्त, प्रक्रियेतील जास्तीत जास्त प्रदूषणास, क्रमवार कारणीभूत होतात कुक्कुट-संयंत्रातील अपशिष्टांची बनावट को २२-१८ त दिली आहे.

२२-११. मांस पॅकबंदीच्या अपशिष्टावरील उपचार -

मांस संयंत्रातील अपशिष्टावर उपचार करण्याकरता वापरण्यात येणाऱ्या महत्वाच्या पद्धती, संयंत्रातील पुनःप्रापण, चाळण, तरंगण आणि जैवी उपचारण, ह्या आहेत. मांस-संयंत्रातील अपशिष्टांची राशि अगर शक्ति कमी करण्याच्या उद्देशाने वापरण्यात येणाऱ्या काही प्रथा फायदेशीर असतात; किमान मोठ्या संयंत्रात तरी त्या तशा असतात. त्या प्रथात, रक्त आणि ग्रीजचे पुनःप्रापण, आणि टाकीतील जल आणि टँकेज दाब-द्रवांच्या वापराचा समावेश असतो. ग्रीजची पुनःप्राप्ती सामान्यतः अडणे बसविलेल्या द्रोणीच्या अथवा अपशिष्ट नलिकांवरील

कोष्टक २२-१८

कुक्कुट संयंत्रातील अपशिष्टांची बनावट

गुणधर्म	संकेंद्रण
राशि	दर पक्ष्यास ३.२६ गॅलन
एकूण घनपदार्थ	दर १००० पक्ष्यांस २६.६ पौंड
तरंगते घनपदार्थ	दर १००० पक्ष्यांस १५.३ पौंड
अवस्थापनातील घनपदार्थ	दर १००० पक्ष्यांस १ ३ पौंड
BOD — ५ दिवस	दर १००० पक्ष्यांस ३०.० पौंड

पाशांच्या सहाय्याने साध्य करता येते. जवळ जवळ सर्व संयंत्रात हत्याकांडातील रक्ताचा बराचसा भाग पुनःप्राप्त केला जातो. जरी प्रथम-आमाशयातील (paunch) खताची स्वतंत्रपणे विल्हेवाट लावणे क्वचितच फायदेशीर होत असले तरीही तसे करणे इष्ट असते; ज्या संयंत्रातील प्रथम-आमाशयातील खताची स्वतंत्रपणे विल्हेवाट करण्यात येते तेथेसुद्धा द्रव अपशिष्टाचा कांही अंश मलवाहिनीत वाहून जातो. संयंत्रातील प्रथामुळे होणाऱ्या पँकबंदी गृहातील अपशिष्ट भाराच्या लघुकरणाचे प्रमाण अशा पद्धतीच्यावरील खर्च नागरी निःसारण व्यवस्थेत अपशिष्ट भार हाताळण्यास येणाऱ्या खर्चापेक्षा कमी येतो अगर नाहीं, यावर काही अंशी अवलंबून असते. तसेच नागरी व्यवस्थेतील खर्च आपल्या उपचारण संयंत्रात प्रदूषण नाहीसे करण्यात नगरपालिकेला येणाऱ्या अडचणीच्या मात्रेवर सामान्यपणे अवलंबून असतो.

मांस संयंत्रातील अपशिष्टांवर उपचार करण्यात येणाऱ्या सर्वांत सामान्य पद्धती, सूक्ष्म चाळण, अवसादन, रासायनिक अवक्षेपण, ठिबकणारे निस्यंदन आणि उत्प्रेरित अवमल (उपचारण), ह्या असतात. परिभ्रामी तारांच्या जाळीच्या (mesh) चाळणीतून **चाळून** केस प्रथम-आमांश खत आणि तरंगते घनपदार्थ काढून टाकले जातात. २०-जाळ्यांच्या चाळणीतून १९ टक्के घनपदार्थ काढून टाकण्यात आल्याची नोंद आहे. इम हॉफ टाक्यातून **अवसादन** करणे अत्यंत समाधानकारक असते; तीत ६५ टक्के तरंगते घनपदार्थ, आणि ३५ प्रतिशत् BOD, एक ते तीन तास विश्रामकालात, काढून टाकण्याची क्षमता असते. ०.६ ते १ (mgad) या व्याप्तीत निरनिराळे वेग असताना **ठिबकणाऱ्या निस्यंदकात** उपद्रव न होता ८१ ते ९० टक्के निष्कासन होऊ शकते. **उत्प्रेरित अवमल उपचारणामुळे** दर गॅलन अपशिष्टास ३.५ घ. फूट हवेचा पुरवठा करून ९ तास वातन केल्यानंतर समाधानकारक निःस्त्राव तयार होतो. आयोवा प्रांतातील मेसन शहरात व नॉर्थ डाकोटातील फोर्ज येथील दुहेरी निस्यंदनातील अनुभवावरून ९५ टक्क्यापेक्षां जास्त BOD चे सरसकट लघुकरण झाल्याचे दिसून आले.

मांस संयंत्रातील थोड्या अपशिष्टाचे रासायनिक किलाटन केले जाते, कारण त्यात रसायनांच्या उच्च मूल्यांचा संबंध येतो. तथापि एका संयंत्रात १४४८ ppm पासून १८८ ppm पर्यंत BOD आणि २९७५ पासून १६७ ppm पर्यंत तरंगते घनपदार्थ कमी करण्याकरता $FeCl_3$ वापरण्यात आला एका खेपेस परिचालन खर्च दर द. ल. गॅलनला ६८ डॉलर आल्याची नोंद आहे तथापि, निःस्त्रावाचे सिंचन करण्याकरता त्याची विक्री केली, ग्रीजचे पुनःप्रापण केले, व अवमलाचा वापर करण्यात आला आणि त्यामुळे निव्वळ खर्च द. द. ल. गॅलनला २५ डॉलर इतका कमी करता आला.

जर पुरेशा प्रमाणात क्लोरीन व तुरटी वापरली तर जोडणी संयंत्रातील अपशिष्टाचा BOD आणि रंग बऱ्याच प्रमाणात कमी करता येतो आणि निर्मलीकरणात सुधारणा करणे शक्य होते. येथेही रसायनावरील खर्च बराच येतो पण अनुपचारित अपशिष्टातील १५०० ते ३८०० ppm च्या व्याप्तीतील BOD ४०० ते ६०० ppm पर्यंत कमी करता येतो.

हवाई तरंगण संचाबरोबर परिचालन केलेल्या एका ठिबकणाऱ्या निस्यंदकात द. घ. यार्डास २.६ पौंड BOD चे भारण असताना समाधानकारक फलप्राप्ती (BOD चे ६१ टक्के लघुकरण) होऊ शकली.

कुक्कुट संयंत्रातील अपशिष्टे जैवी उपचारणाला सहज प्रतिसाद देऊ शकतात व तसा तो दिलाही जातो, आणि जर पिसे, पाय, मुंडकी, इत्यादि त्रासदायक द्रव्ये हे उपचारण कर–ण्याच्या आधी काढून टाकली तर जैवी उपचारण समाधानकारकपणे करणे शक्य होते. एका कोंबडी सोलण्याच्या संयंत्रातील अपशिष्टांवर उपचार करण्यात येणाऱ्या सुविधात खड्डयातील स्थिर चाळण्या, पूतिकुंडे (septic tank) आणि खांजणाचा समावेश केलेला आहे. हे उपाय केल्यामुळे BOD चे एकंदर ९३ टक्के निष्कासन झाल्याची नोंद आहे.

संदर्भ - खाटिक खान्यातील अपशिष्टे

१ एकिन्स, जी. ए; 'मीट पॅकिंग वेस्ट डिस्पोजल,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, ३, ५५ (मे–जून १९५८)

२ 'एनिरोबिक डायजेशन, फोरम डिस्कशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ६, ७२३ (जून १९५३)

३ बिअर्ड, ए. एछ; ज्यू. 'डिझाईन ऑफ ग्रीज रिकव्हरी प्लँट फॉर ए मीट पॅकर,' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९४७)

४ बिअर्ड, ए. एछ; 'ग्रीज रिकव्हरी प्लँट फॉर ए मीट पॅकर, डिझाईन,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ८, १०९५ (ऑगस्ट १९५०)

५ बोल्टन, जे. एम; 'वेस्ट्स फ्रॉम पोल्ट्री प्रोसेसिंग प्लँटस,' १३ व्या औद्योगिक अप–शिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५८)

६ ब्रँडने, एल , डब्ल्यू. नेल्सन आणि आर. ई. ब्रँस्टॅड, 'मीट पॅकिंग वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ६, ८०७ (जून १९५९)

७ ब्रँडने, एल; डब्ल्यू. नेल्सन, आणि आर ई. ब्रॅग्स्टॅड, 'वेस्ट ट्रीटमेंट Sioux फॉल्स S D.' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ६, ८०७ (जून १९५०)

८ ब्रॅग्स्टॅड, आर. ई; आणि एल. ब्रँड्ने, 'ट्रीटमेंट वुइथ स्युवेज, Sloux, फॉल्स S. D..' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ९, ६, ९५९ (नोव्हेंबर १९३७)

९ Brevot, जी; 'फ्रान्स, डिस्पोजल प्रॅक्टिस,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २० ३, ५९५ (मे १९४८)

१० 'टेक्स्टाईल मिल वेस्ट ट्रीटमेंट अँड रीसर्क्युलेटिंग फिल्टर फॉर स्लाँटर हाऊस वेस्ट्स,' (ई. एफ. एल्ड्रिज), परिपत्रक ९०, मिशिगान अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, १९४२

११ कॅरिक, सी. डब्ल्यू., 'यूज ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्टस इन पोल्ट्री फीडिंग,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय. (१९५१)

१२ एल्ड्रिज, ई. एफ., 'केमिकल ट्रीटमेंट स्टडीज,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ७' ४, ७६८ (जुलै १९३५)

१३ एल्ड्रिज, ई. एफ; 'इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेन्ट प्रॅक्टिस,' न्यू यॉर्क मॅक् ग्रा. हिल बुक कं. इन्का. (१९४२)

१४ एल्ड्रिज, ई. एफ., 'हाय-रेट फिल्टर ट्रिटमेंट, ओवोसो, मिशि;' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स,' १५, ५, ९७९ (सप्टेंबर १९४३)

१५ एल्ड्रिज, ई. एफ., 'दी मीट पॅकिंग प्लँट वेस्ट डिस्पोजल प्रॉब्लेम,' परिपत्रक १०५, मिशिगान अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, डिसेंबर १९४६.

१६ एल्ड्रिज, ई. एफ., 'ट्रीटमेंट मेथ्डस, रिव्ह्यू,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, १, १८१ (जानेवारी १९४८).

१७ फॅरेल, एल. ए., 'दी व्हाय आणि हाऊ ऑफ ट्रीटिंग रेंडरिंग प्लँट वेस्ट्स,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, १००, ४, १७२ (एप्रिल १९५३).

१८ फूट, के. ई., 'पोर्क प्रोसेसिंग वेस्ट, इफेक्ट ऑन ट्रीटमेंट प्लँट,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, १०, १३०५ (आक्टोबर १९५२).

१९ फ्रायडी, सी, डी., 'कंबाइनिंग एफिशिअन्सी वुइथ इकॉनमी इन इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट,' 'कन्सल्टिंग इंजिनिअर, ४, ५, ५१ (नोव्हेंबर १९५४).

२० फुलन, डब्ल्यू. जे., 'पॅकिंग प्लँट वेस्ट, एनिरोबिक डायजेशन,' स्युवेज ॲन्ड इ स्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ५, ५७६ (मे १९५३).

२१ फुलन, डब्ल्यू. पी., आणि ई. एन. अँडर्सन, 'सुपर क्लोरीनेशन, ऑस्टिन, मिने..' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, ४, ७६१ (आक्टोबर १९३१).

२२ गोल्ड, डी. डी , 'समरी ऑफ ट्रीटमेंट मेथड्स फॉर स्लॉटर हाऊस अॅन्ड पॅकिंग हाऊस वेस्ट्स, ' परिपत्रक १७, टनेर्सा अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्राचे विश्वविद्यालय मे १९५३.

२३ ग्रॅन्स्ट्रॉम, एम. एल., ' रेंडरिंग प्लँट वेस्ट ट्रीटमेंट स्टडीज, ' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ८, १०१२ (ऑगस्ट १९५१).

२४ ग्रीन, एछ आर., 'अॅग्रीमेंट बिट्वीन सिटी अँड पॅकर्स, सेडर रॅपिड्स आयोवा,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ९, ६, ९५७ (नोव्हेंबर १९३७)

२५ हॅल्व्हर्सन, एछ. ओ., 'अॅन इनोव्हेशन इन मीट-पॅकिंग वेस्ट ट्रीटमेंट, ' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स ३, २, ३३४ (एप्रिल १९३१).

२६ हॅल्व्हर्सन, एछ. ओ., 'ऑपरेटिंग अँड इकॉनॉमिक फॅक्टर्स इन्व्हॉल्वड इन दि स्टडी ऑफ पॅकिंग हाऊस वेस्ट्स, ' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, २ १७० (फेब्रुवारी १९५३)

२७ हॅन्सेन, पी., आणि के. व्ही. हिल, 'ट्रीटमेंट वुइथ स्युवेज, ऑस्टिन, मिनि.,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ११, ६, १०४५ (नोव्हेंबर १९३९).

२८ Heu Kelekian, एछ, एछ. ई. ऑर्फर्ड, आणि जे. एल. बेरी, 'चिकन पॅकिंग हाऊस वेस्ट कॅरेक्टरिस्टिक्स, ' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ४, ५२१ (एप्रिल १९५०).

२९ हिक्स, आर., 'वेस्ट ट्रीटमेंट, ऑक्लंड, न्यूझीलंड, ' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स २८, ४, ५९४ (एप्रिल १९५६)

३० हिल, के. व्ही., 'ट्रीटमेंट प्रॅक्टिसेस, रिझल्ट्स, ' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १७, २, २९२ (मार्च १९४५)

३१ हिल, के. व्ही., 'डिझाइनिंग ए कंबाइन्ड ट्रीटमेंट वर्क्स फॉर म्युनिसिपल स्युवेज अँड पॅकिंग हाऊस वेस्ट्स अॅट ऑस्टिन, मिनि.,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, मे १९५८.

३२ हलिजर, के , आणि सी. ई. ग्रॉस, 'पॅकिंग हाऊस वेस्ट, रॅपिड अॅनॅलिसिस, ' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ८, ९५८ (ऑगस्ट १९५३)

३३ हलिजर, के., आणि सी. ई. ग्रॉस, 'पॅकिंग हाऊस वेस्ट अँड ट्रिक्लिंग फिल्टर एफिशिअन्सी फॉलोइंग अेअर फ्लोटेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, २, १६५ (फेब्रुवारी १९५७)

३४ हॉसन, एल. आर., 'पॅकिंग हाऊस वेस्ट ट्रीटमेंट, ' वॉटर वर्क्स अँड स्युवरेज, ८७, ५, २१७ (मे १९४०).

३५ 'इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड, ' ओहायओ नदी सर्वेक्षण, पुरवणी, युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, १९४३.

३६ 'इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड टू मीट इंडस्ट्री,' युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा. १९५४.

३७ जोन्स, एछ. ई., 'ब्रिटिश प्रॉब्लेम वेस्ट कॅरॅक्टरिस्टिक्स, स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ५, ९४७ (सप्टेंबर १९४८).

३८ क्लॅसेन, सी. डब्ल्यू., आणि डब्ल्यू. एछ. हॅस्फर्दर, 'ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट फ्रॉम स्मॉल पॅकिंग हाउसेस,' स्युवेज वर्क्स इंजिनिअरिंग, २०, ३, १३६ (मार्च १९४९)

३९ Knechtges, ओ. जे., एफ. एम. डॉसन, आणि एम. एस. निकल्स, 'डायजेशन वुइथ स्युवेज स्लज, एक्स्पेरिमेंटल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ७, १, ३ (जानेवारी १९३५)

४० Kountz, आर. आर., 'ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट फ्रॉम स्मॉल स्लॉटर हाउसेस,' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, मे १९५४.

४१ Kountz, आर. आर., 'ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट फ्रॉम स्लॉटर हाऊसेस अँड पोल्ट्री ड्रेसिंग,' २ रे ओंटॅरियो औद्योगिक संमेलन (जून १९५५) पा. ३४, ४०.

४२ लेव्हिन, एम., 'ट्रीटमेंट एक्स्पेरिमेंट्स' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ७, २, ३१६ (मार्च १९३६).

४३ लेव्हिन, एम., 'प्यूरिफिकेशन ऑफ पॅकिंग हाऊस वेस्ट्स,' आयोवा अभियांत्रिकी परिपत्रक (१९५१) पा. १३०.

४४ लेव्हिन, एम., एछ. एन. जंक्स, आणि एफ. जी. नेल्सन, 'अॅक्टिव्हेटेड स्लज अँड स्ट्रीम फ्लो एरिएशन एक्स्पेरिमेंट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ४, ४२५ (जुलै १९२९).

४५ लेव्हिन, एम., एफ. जी. नेल्सन, आणि ई. डाय, 'ट्रीटमेंट एक्स्पेरिमेंट्स, मेसन सिटी, आयोवा,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ९, ३, ५३० (मे १९३७)

४६ लॉईड, आर; आणि जी. सी. वेअर, 'एरोबिक डायजेशन ऑफ वेस्ट वॉटर फ्रॉम स्लॉटर हाउसेस,' फुड मॅन्युफॅक्चरिंग, डिसेंबर १९५६.

४७ Mahlie, डब्ल्यू. एस., 'ट्रीटमेंट वुईथ स्युवेज, फोर्ट वर्थ, टेक्सास,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स १५, ३, ५२१ (मे १९४३).

४८ 'मीट वेस्ट्स' ओहायओ नदी सर्वेक्षण, पुरवणी, युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, १९४३, पा. ११४५.

४९ मिलर, पी. ई., 'पोल्ट्री वेस्ट्स,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (फेब्रुवारी १९५१) पा. १७६

५० मिलर पी. ई., 'पोल्ट्री ड्रेसिंग वेस्ट्स, सोर्सेस अँड कॅरॅक्टरिस्टिक्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ६, ८०७ (जून १९५२)

५१ मिलर, पी. ई., 'स्प्रे इरिगेशन अॅट मॉर्गन पॅकिंग कंपनी,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, मे १९५३.

५२ मिलिंग, एम. ए., आणि बी. ए. पूल, 'अॅक्टिव्हेटेड स्लज ट्रीटमेंट, मन्सी, इंडि.' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स १०, ४, ७३८ (जुलै १९३८)

५३ मोहलमन, एफ. डब्ल्यू., 'ट्रीटमेंट मेथड्स, रिव्ह्यू,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ४, ७७४ (जुलै १९४८).

५४ मोहलमन, एफ. डब्ल्यू; आणि के. व्ही. हिल, 'पॅकिंग हाऊसेस,' इंडस्ट्रियल अॅन्ड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ४९८ (मार्च १९५२)

५५ मोहलमन, एफ. डब्ल्यू; आणि के. व्ही. हिल, 'जनरल रिव्ह्यू,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ११, १४४४ (नोव्हेंबर १९५२)

५६ मॉर्टेन्सन, ई. एन; 'ग्रीज रिकव्हरी इन मीट पॅकिंग इंडस्ट्री,' १ ल्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (नोव्हेंबर १९४४) पा. १७८

५७ मॉर्टेन्सन, ई. एन; 'ग्रीज रिकव्हरी, स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ६, ११०१ (नोव्हेंबर १९४७)

५८ नेमेरो, एन एल; 'साऊथ बफेलो क्रीक स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स,' ग्रीन्स-बरो, एन. सी; शहराला सादर केलेला अहवाल (१९५५)

५९ निकल्स, एम. एस; आणि जे. सी. मॅक्किन, 'ट्रिक्लिंग फिल्टर एक्स्पेरिमेंटस, मॅडिसन. विस,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २, ३, ४३५ (जूलै १९३०)

६० पोर्जेस, आर. 'वेस्ट्स फ्रॉम पोल्ट्री ड्रेसिंग एस्टॅब्लिशमेंट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रि-यल वेस्ट्स, २२, ४, ५३१ (एप्रिल १९५०)

६१ पटनॅम, ई. जी; 'वेस्ट प्रिव्हेन्शन इन दी मीट पॅकिंग इंडस्ट्री,' औद्योगिक अप-शिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (एप्रिल १९४९) पा. ४३

६२ रॉबर्ट्स, जे. एम; 'कंबाइंड ट्रीटमेन्ट ऑफ पोल्ट्री अँड डोमेस्टिक वेस्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ३०, ९, ११८६ (सप्टेंबर १९५८)

६३ राऊन्ट्री, जे. बी., 'जनरल डिस्कशन, अमेरिकन प्रॅक्टिस,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २४, १२, १५४९ (डिसेंबर १९५२)

६४ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू; आणि व्ही. डेल Quercio, " स्लॉटर हाऊस वेस्ट डायजेशन' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, १००, २, ६०, (फेब्रुवारी १९५३)

६५ रफ, व्ही. आर; 'पांच मॅन्यूअर, कांपोस्टिंग,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ८, ९२२ (ऑगस्ट १९५२)

६६ सँडर्स, एम. डी; 'मीट पॅकिंग वेस्ट, केमिकल प्रेसिपिटेशन,' स्युवेज वर्क्स जर्नल २१, २, ३७३ (मार्च १९४९)

६७ सँडर्सन, डब्ल्यू. डब्ल्यू; 'स्टडीज ऑफ दि कॅरेक्टर अँड ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट्स फ्रॉम डक फार्म्स,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५३)

६८ Schroepfer, जी. जे; 'न्यू डेव्हलपमेंटस इन पॅकिंग हाऊस वेस्ट ट्रीटमेंट,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५३)

६९ Schroepfer, जी. जे; डब्ल्यू. जे. फुलन, ए. एस. जॉन्सन, एन. आर. झीम्के, आणि जे. जे. अँडर्सन, 'दि एनिरोबिक प्रोसेस अॅज अप्लाईड टू पॅकिंग हाऊस वेस्ट,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, ४, ४६० (एप्रिल १९५५)

७० सिंगलटन, के. बी; 'दि इन्व्हेस्टिगेशन इन टू दि डिस्पोजल ऑफ ब्लड बाय एनिरोबिक डायजेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, १०, ११७४ (आक्टोबर १९५७)

७१ 'स्लॉटर हाऊस अँड पॅकिंग हाऊस वेस्ट, बिब्लिऑग्राफी बुलेटिन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, २, १७६ (फेब्रुवारी १९५२)

७२ सोलो, एफ डब्ल्यू; 'पाँड ट्रीटमेंट ऑफ मीट पॅकिंग प्लॅंट वेस्ट्स,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९६०) पा. ३८६

७३ स्टॉब, सी. पी; 'स्टॅटिस्टिकल इव्हॅल्युएशन ऑफ पॅकिंग हाऊस वेस्ट डेटा,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९५३)

७४ स्टेफेन, ए. डी., 'व्हॉट टु डू अबाऊट पाँच वेस्ट,' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४७)

७५ स्टेफेन, ए. जे; 'डायजेशन, एनिरोबिक, फुल स्केल फॅसिलिटी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, १२, १३६४ (डिसेंबर १९५५)

७६ स्टेफेन, ए. जे; 'न्यू डेव्हलमेंट्स इन दि ट्रीटमेंट ऑफ मीट प्रोसेसिंग वेस्ट्स,' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (एप्रिल १९५६) पा. २४५

७७ स्टेफेन, ए. जे; 'दि न्यू अँड 'दि ओल्ड इन स्लॉटरहाऊस वेस्ट ट्रीटमेंट प्रोसेसेस,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग २८, ८, ४०१ (ऑगस्ट १९५७)

७८ स्टीम्के, आर. ई; 'अॅबेटॉयर वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्वास्थ्य अभियांत्रिकी आंतर अमेरिका संघ (मार्च १९५०) पा. ३०७

७९ स्टीम्के, आर. ई; 'स्मॉल अॅबेटॉयर्स, डिस्पोजल ऑफ वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १०, १३८० (ऑक्टोबर १९५०)

८० स्टीम्के, आर. ई; 'अॅबेटॉयर वेस्ट ट्रीटमेंट पायलट प्लँट स्टडीज,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ८, १०६३ (ऑगस्ट १९५१)

८१ स्टिल्स, डब्ल्यू. पी; 'व्हायब्रेटिंग स्क्रीन्स इन इंडस्ट्रियल वेस्ट वॉटर ट्रीटमेंट,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, २, ६८ (नोव्हेंबर-डिसेंबर १९५५)

८२ 'सिंपोझियम ऑन मीट पॅकिंग प्लँट वेस्ट्स,' १ ल्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (नोव्हेम्बर १९४४)

८३ 'ट्रीटमेंट प्लँट, बेल्ट्स्व्हिल रिसर्च सेंटर, Md,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ८' १, १५७ (जानेवारी १९३६)

८४ 'ट्रीटमेन्ट वुइथ स्युवेज, सेडार रॅपिड्स, आयोवा,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ८, २, ३५२ (मार्च १९३६)

८५ Uhlman, पी. ए; 'अॅक्टिव्हेटेड स्लज ट्रीटमेंट ऑफ रेंडरिंग वेस्ट्स,' स्युवेज वर्क्स इंजनिअरिंग अँड म्युनिसिपल सॅनिटेशन, २०, ७, ३४० (जुलै १९४९)

८६ Uhiman, पी. ए., 'पॅकिंग हाऊस वेस्ट ट्रीटेड बाय अॅक्टिव्हेटेड स्लज,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, २, ७२ (नोव्हेंबर-डिसेंबर १९५५)

८७ व्हॅन क्लीक, एल डब्ल्यू; हाऊ टु ट्रीट मीट वेस्ट्स बाय फिल्ट्रेशन वुइथ स्युवेज,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, २८, २, ७६ (फेब्रुवारी १९५६)

८८ व्हॅनडरलीडन, आर; 'बाय-प्रॉडक्ट रिकव्हरी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस ८, २, ३५० (मार्च १९३६)

८९ व्हॅन ल्युव्हेन, ए. एल; 'ट्रीटमेंट ऑफ पॅकिंग हाऊस वेस्ट्स,' ६ वे ऑंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५९) पा. १४१

९० वॉट्सन, के. एस. 'इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेन्ट अँड रिकव्हरी इन वेस्ट व्हर्जीनिया ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (सप्टेंबर १९४८) पान २०

९१ पश्चिम व्हर्जीनिया जल आयोग, 'स्लॉटर हाऊस वेस्ट ट्रीटमेंट गाईड,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, २, ३६२ (मार्च १९४८)

९२ वूल्फ, एछ. डब्ल्यू, आणि डब्ल्यू. टी. वुडरिंग,' पोल्ट्री ड्रेसिंग वेस्ट, स्मॉल प्लँट्स, स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, १२, १४२९ (डिसेंबर १९५३)

९३ वायमोर, ए. एछ; 'डिझाईन अँड ऑपरेशन ऑफ ए वेस्ट ट्रीटमेंट प्लँट फॉर ए स्मॉल पॅकिंग प्लँट,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (फेब्रुवारी १९५१) पा. ४१३

९४ वायमोर, ए. एछ; 'स्मॉल पॅकिंग प्लँट वेस्ट ट्रीटमेंट डिझाईन अँड ऑपरेशन, स्युवेज अँन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ७, ९२३ (जूलै १९५२)

बीट-शर्करा अपशिष्टे-

बीट पासून साखर तयार करण्याची प्रक्रिया, ह्या देशातील सर्व कारखान्यात, अनिवार्यतया एकसारखी असते. साखरेचा "हंगाम" (campaign) सामान्यत: वर्षं अखेरीस' सुरू होतो आणि ६० ते १०० दिवस चालू असतो. म्हणून ही प्रक्रिया निव्वळ मोसमी असते आणि हंगामात (on season) ते काम २४ तास चालू असते. बहुसंख्य कारखान्यात 'स्ट्रेट हाऊस' पद्धतीने काम चालते. त्यात दाट मळीच्या अवस्थेप्रत पोहोचण्याच्या बिंदूपर्यंत साखर काढून घेतली जाते. स्ट्रेट हाऊसच्या अतिरिक्त कांही कारखान्यात 'स्टेफेन गृह' पद्धती वापरण्यात येते. तीत कॅलिशयम शुक्रेटच्या (१८) स्वरूपात साखर निक्षेपित व्हावी म्हणून चुन्याची भुकटी मिसळून बीटच्या मळीतून साखर संपादित करण्यात येते.

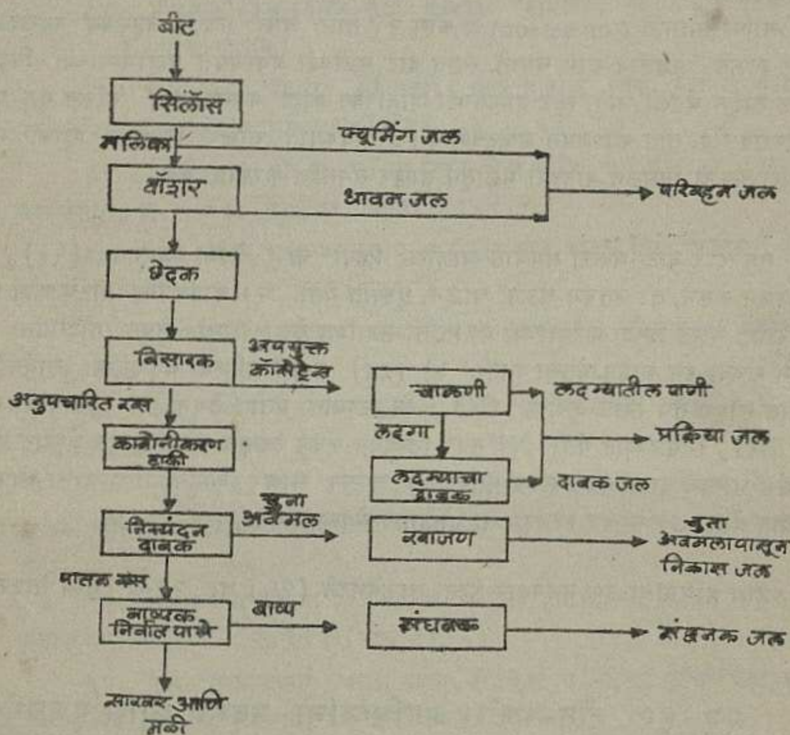
नमुनेदार बीट-शर्करा संयंत्रात खालील क्रिया चालू केल्या जातात. $(५०)_2$ १) बीट वजन करून, तो उतरून घेऊन, चाळून, धुण्यात येतो. २) कापयंत्रात बीटचे काप करून विसारकात नेऊन लगदा करण्याच्या यंत्रात तो संदाबित केला जातो. तेथून गोदामात नेऊन त्यातून कच्चा रस काढून घेतला जातो. ३) (द्रव) पदार्थं पहिल्या व दुसऱ्या कार्बनीकरण टाक्यांत सोडून तेथे त्यात चुना व CO_2 मिसळण्यात येतो. तेथून ४) सल्फाडायझरमध्ये त्यात SO_4 मिसळण्यात येतो. ५) नंतर निस्यंदन करून त्यातून वड्या काढून घेण्यात येतात. ६) शेष भागाचे बाष्पीभवन करून नंतर ७) त्यातून साखर काढून घेण्याकरता अपकेंद्रण करण्यात येते. ८) साखर वाळवून ती गोदामात ठेवण्यात येते.

ह्या प्रक्रियांचा एक नमुनेदार तक्ता साऊथगेटने (५५) आ. २२-१ मध्ये सादर केला आहे.

२२-१२. बीट-शर्करा अपशिष्टांचा उद्भव आणि गुणधर्म-

स्टेफेन प्रक्रिया वापरण्यात येणाऱ्या बीट-शर्करा संयंत्रात अपशिष्ट जलाचा उद्भव सामान्यत: खालील पांच ठिकाणी होतो: १) बीटचे धावन आणि कारखान्यातील साठवणा—

पासून ज्या ठिकाणी प्रक्रिया करण्यात येते त्या ठिकाणापर्यंत ते वाहून नेण्याकरता वापरण्यात येणारे नलिका (flume) (परिवहन) जल; २) प्रक्रियातील अपशिष्ट जल: ३) विसरण बॅटरी कोशातून निःशेषित केलेल्या (exausted) (साखर काढून घेतलेल्या (desugured)) बीटच्या कापांच्या (cansets) प्रक्षालन कार्यासाठी वापरलेले बेटरी धावन जल आणि (आ) निःशेषित केलेल्या लगद्यातून अंशतः काढून घेतलेले लगद्यातील दाब-जल, ३) कार्बनीकरण प्रक्रियेतील चुना-वडी अथवा चुना-खडीचे अवशेष; ४) साखरेचे द्रावण दाट करण्याकरता वापरण्यात येणाऱ्या बहुपरिणामी बाष्पक अथवा निर्वात पात्रा (vacum pan) तील संघनक (coLdensae) ५) स्टेफेन प्रक्रियेचा वापर करून 'स्ट्रेटहाऊस' मळीतून साखर काढून घेतल्यामुळे निर्माण झालेले स्टेफेन अपशिष्ट



आकृति २२-१ बीट - शर्करा कारखान्यातील अपशिष्ट-जलांचे प्रस्राव दाखविण्यारा प्रवाह तक्ता (flow sheet) (साऊथ गेटच्या प्रमाणे (५५))

माती, दगड, बीटची पाने, मुळे, व विरघळलेल्या घनपदार्थांचे नलिका-धावन जलातील अंश बऱ्याच प्रमाणात भिन्न असतात. लगद्याच्या दाब-जलात, तसेच चुना-वडीच्या गाऱ्यात सेंद्रिय द्रव्ये व तरगते घनपदार्थ उच्च प्रमाणात असतात. संघनक जलात शेवटच्या परिणामातील वाफेत अडकून राहिलेले सेंद्रिय द्रव्य असण्याचा संभव असतो.

बीट-शर्करा अपशिष्टाच्या एकूण राशीपैकी ७२ टक्के नलिका जलात (flume water) असते, तथापि ह्या जलाचा BOD तुलनेने अल्प, सुमारे घरगुती वाहितमलातील पातळीबरोबर असतो. एल्ड्रिजने (१८) गोळा केलेल्या माहितीवरून बीट-शर्करा कारखान्यातील अपशिष्टांची बनावट समजून येते. (को. २२-१९); पिअर्सन व सॉयर (४१) नी जमविलेली तशाच प्रकारची माहिती को. २२-२० मध्ये सादर केली आहे. अगदी अलिकडे को. २२-२१ मध्ये सादर केल्याप्रमाणे सामान्य विश्लेषण असल्याचे रोजर आणि स्मिथ (५०) ना आढळून आले.

स्टेफेन प्रक्रियेत विशिष्ट संकेंद्रण होईपर्यंत मळीचे तनुकरण करून कॅल्शियम शुक्रेटचे अवक्षेपण होण्याकरता पुरेशा प्रमाणात चुन्याची भुकटी मिसळून (मळीवर) उपचार करण्यात येतात; त्यातील निक्षेपाचे, द्रवामधून निस्यंदन करून निष्कासन करता येते, आणि कार्बनडायऑक्साइडचा उपचार करून साखरेचे संपादन करण्यात येते.

कोष्टक २२-१९

बीट-शर्करा कारखान्यातील अपशिष्टे (१८)

गुणधर्म	नलिका-जल	प्रक्रिया-जल	चुनावडी निःसारण	स्टेफेन अपशिष्ट
राशि, गॅलन/टन, बीट	२२००	६६०	७५	१२०
BOD, ppm	२००	१२३०	१४२०	१००००
एकूण घनपदार्थ ppm	१५८०	२२२०	३११०	४३६००
तरंगते घनपदार्थ, ppm	८००	११००	४५०	७००
विलीन घनपदार्थ, ppm	७८०	११२०	२८५०	४२९००

कोष्टक २२–२०

बीट–शर्करा अपशिष्ट (४१)

गुणधर्म	नलिका – जल	प्रक्रिया अपशिष्ट जल
तरंगते घनपदार्थ, ppm	४००	१३००
बाष्पशील घनपदार्थ %	३५	७५
एकूण घनपदार्थ ppm	–	३८००
BOD, ppm	२००	१६००
COD, ppm	१७५	१५००
प्रोटीन – N, ppm	१०	६५
NH_3– N, ppm	३	१५
शूक्रोज, ppm	१००	१५००
राशि, गॅलन/टन, बीट	२०००–३०००	३२५

कोष्टक २२–२१

बीट–शर्करा अपशिष्टे (५०)

गुणधर्म	राशि अथवा मूल्य
BOD, ppm	४४५
एकूण घनपदार्थ, ppm	६४७०
तरंगते घनपदार्थ	४९२०
pH	७.९
क्षारता *	२५०

२२–१३. बीट–शर्करा अपशिष्टावरील उपचार

अनावश्यक असलेल्या अपशिष्ट जलांचे निष्कासन व त्यांचा पुनरुपयोग, बीट–शर्करा अपशिष्टावर प्रत्यक्ष उपचार करण्यापूर्वी केला पाहिजे नलिका जलाच्या पुनरुपयोगासंबंधो कांही कारखान्यांचा अनुभव समाधानकारक आहे. प्रत्यक्ष उपचारणापेक्षा पुनरुपयोग करणे ही अपशिष्ट जलाच्या निष्कासनाची अधिक आशादायक पद्धत असल्याचे दिसून येते. कारण (त्या पद्धतीत वर्षाच्या तुलनेने अल्प कालावधीत राशि मोठ्या प्रमाणात प्रस्त्रावित करता येते. ब्रॅटरी धावन जल आणि लगदा जलांचे निष्कासन, ज्यांना अखंड मांडणी विसारक (rack contionuous diffuser) असे म्हणतात अशा कांहीशा महाग आणि कमी कार्यक्षम विसारकांचा उपयोग करून यशस्वीपणे करता येते. दाब–निस्यंदकातून 'शुष्क' परिवहन चुना वडीच्या निःसाराचे निष्कासन करता येते.

जेव्हा बीट–शर्करा अपशिष्टावर प्रत्यक्षात उपचार करण्यात येतात तेव्हा मुख्यत्वे खांज–णांचा वापर करून ते साध्य केले जातात. खांजणाचा वापर आणि जमिनीवर फवारणी करून BOD ५० ते ६७ टक्के कमी करण्यात आला. (२७, ४४, ५०) किलाटनाचाही वापर कर–ण्यात आला आहे (१८, ४१) आणि नंतर परिस्थित्यनुरुप उच्च मात्रेत शुद्धी करण्याची जर गरज असेल तर अवसादन आणि/अथवा जैवी निस्यंदनाचा उपयोग करावा. हॉकिन्स, नील व नेल्सन (२७) यांना असे आढळून आले की, जेव्हा ५ एकर क्षेत्राच्या खांजणाच्या वरच्या टोकापाशी बीट–शर्करा अपशिष्टाचा समप्रमाणात प्रस्त्राव केला आणि सुमारे एक दिवसाचा अवरोध काल ठेवला तेव्हा तरंगते घनपदार्थ जवळ जवळ संपूर्णपणे काढून टाकण्यात आले व ५५ टक्के BOD च्या सांद्रणाचे आणि क्षेत्रावर लागू केलेल्या BOD च्या ६३ टक्के पौंडाचे निष्कासन करता आले; क्षारता ६९ टक्यांनी कमी करता आली; नायट्रेट नायट्रोजनचे संपूर्ण निष्कासन झाले, आणि अमोनिया नायट्रोजन ९४.३ प्रतिशत् कमी झाला. कॉलीफॉर्म जीवाणूत वाढ झाली पण फॉस्फेटामध्ये काहीही बदल झाला नाही. दर दिवशी दर एकरी ३.२७ एकर फूट जलहानी झाली; त्यापैकी ०.१८ एकर फूट हानी बाष्पनाने आणि ३.०९ एकर फूट अंतःसरणाने झाली.

संदर्भ : बीट–शर्करा अपशिष्टे –

१ अॅलन, एल. ए; ए. एछ. कूपर. ए. केर्नस, आणि एम. सी. मॅक्सवेल, मोयक्रोबा–यॉलजी ऑफ बीट शुगर प्रॉडक्शन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ३, ५९६ (मे १९४८)

२ अॅलन, एल. ए; ए. एछ कूपर आणि एम. सी. मॅक्स्वेल, 'मायक्रोबायॉलॉजिकल प्रॉब्लेम्स इन मॅन्यूफॅक्चर ऑफ बीट शुगर वेस्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स. २१, ९, ९४२ (सप्टेंबर १९४९)

३ Ballour, एफ. एछ; 'न्यू टॅबर बीट शुगर फॅक्टरी,' इंजनिअरिंग जर्नल, ३३, ९, ७९१-७९२ (सप्टेंबर १९५०)

४ 'बीट शुगर वेस्ट, ट्रीटमेंट बाय क्लोरीनेशन,' केमिकल अॅड इंजनिअरिंग न्यूज, २८, १३, १०३८ (मार्च १९५१)

५ बर्लीन, ए. एम; 'फॅक्टरी वेस्ट वॉटर डिस्पोजल,' शुगर, ३६, ७, २२ (जुलै १९४१)

६ बेसेलीव्हर, ई, बी; 'इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट, न्यूयॉर्कः मॅक्ग्रॉ हिल बुक कं. इन्कॉ, (१९५२)

७ ब्लॅक, एछ. एछ; आणि जी. एन. मॅक् डॅर्माट, 'इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, २, १८१ (फेब्रुवारी १९५२)

८ ब्रँडन, टी. डब्ल्यू., 'वेस्ट वॉटर्स फ्रॉम बीट शुगर फॅक्टरीज,' इंटरनॅशनल शुगर जर्नल, ४९ (१९४७) पा. ९८

९ ब्रँडन, टी. डब्ल्यू; 'रीयूज ऑफ प्रोसेस वॉटर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, २, ३६० (मार्च १९४८)

१० 'ब्रिटिश प्रॉब्लेम,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स ४, ४, ७२१ (जूलै १९३२)

११ बडिक, आर. टी; 'वॉटर, लाईफ ब्लड ऑफ शुगर बीट,' शुगर ४२, ३, २८-२९ (मार्च १९४७)

१२ कार्ल्टन, 'हॉलीज न्यू प्लँट इन कॅलिफोर्निया,' शुगर ४२, ९, २९-३७ (सप्टेंबर १९४८)

१३ डॅनियल्स, ई. एम; 'स्क्रीन्स फॉर रिमूव्हिग ट्रॅश अॅट बीट रिसीव्हिग स्टेशन्स,' शुगर, ४७, ५, ४४-४५ (मे १९५२)

१४ डेनिस, जे. एम; 'स्प्रिग इरिगेशन ऑफ फुड प्रोसेसिंग वेस्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ५, ५९१ (मे १९५३)

१५ एल्ड्रिज, ई. एफ; आणि एफ. आर. थेरॉक्स, 'केमिकल ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ७, ४, ७६९ (जुलै १९३५)

१६ एल्ड्रिज ई एफ; 'फुल-स्केल एक्पेरिमेंटल प्लँट रिझल्ट्स, मिशिगान.' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ९, ३, ५३१ (मे १९३७); १०, ५, ९१३ (सप्टेंबर १९३८)

१७ एल्ड्रिज, ई. एफ., 'एक्स्पेरिमेंटल प्लँट, मॉनीटर शुगर कं., बे सिटी मिशिगान,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १३, १, १०५ (जानेवारी १९४१)., १२, ३, ६५८ (मे १९४०)

१८ एल्ड्रिज, ई. एफ., 'इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेन्ट प्रॅक्टिस न्यू यॉर्क, मॅक–ग्रॉ–हिल बुक कं. इन्कॉ., १९४२ पा, ८४

१९ एल्ड्रिज, ई. एफ., आणि एफ. आर. थेरॉक्स, 'मिशिगान एक्स्पेरिमेन्ट्स, केमिकल अँड बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ५, ५, ८८१ (सप्टेंबर १९३३)

२० एल्ड्रिज, ई. एफ; आणि एफ. आर. थेरॉक्स,' स्टडीज ऑन दि ट्रीटमेन्ट ऑफ बीट शुगर फॅक्टरी वेस्टस,' अहवाल क्र. १, परिपत्रक ५१, मिशिगान अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र (मे १९३३)

२१ एल्ड्रिज, ई. एफ, आणि एफ आर. थेरॉक्स 'स्टेफेन्स वेस्ट स्प्रे ड्राइंग स्टडीज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ९, ३, ५३३ (मे १९३७)

२२ फ्लेमिंग, जी., 'ट्रीटमेंट ऑफ रीयूज्ड वॉटर इन बीट मॅन्युफॅक्चर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ११, १३८३ (नोव्हेंबर १९५२)

२३ गार्नर, जे. एछ., आणि जे एम. विशार्ट, 'ट्रीटमेंन्ट अँड डिस्पोजल मेथड्स, वेस्ट रायडिंग ऑफ यॉर्कशायर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ४, २, ३८४ (मार्च १९३२)

२४ गार्नर, जे. एछ., आणि जे. एम. विशार्ट, 'सेकंड सप्लिमेंटरी रिपोर्ट अपॉन प्यूरिफिकेशन ऑफ वेस्ट वॉटर्स फ्रॉम बीट शुगर फॅक्टरीज" वेस्ट रायडिंग ऑफ यॉर्कशायर, नदी मंडळ, १६९ वा अहवाल, वेक्फील्ड, इंग्लंड, (१९३१)

२५ ग्रिफिन, ए. ई., 'ट्रीटमेंट बाय क्लोरीन ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट्स,' इंजनिअरिंग अँड काँट्रॅक्टर रेकॉर्ड, ६३, ११, ७४ (नोव्हेंबर १९५०)

२६ हॉप्ट, एछ., 'बाय प्रॉडक्ट रिकव्हरी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ८, २, ३५० (मार्च १९३६)

२७ हॉकिन्स, जी., आणि इतर, 'इव्हॅल्युएशन ऑफ ब्रॉड फील्ड डिस्पोजल ऑफ शुगर बीट वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, १२, १४६६ (डिसेंबर १९५६)

२८ 'इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड टू बीट शुगर इंडस्ट्री,' युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, (डिसेंबर १९५०)

२९ जेन्सन, एल. टी., 'रीसेंट डेव्हलपमेंट्स इन वेस्ट वॉटर ट्रीटमेन्ट बाय दि बीट शुगर इंडस्ट्री,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९५५)

३० काल्डा, डी. सी., 'ट्रीटमेन्ट ऑफ शुगर बीट वेस्ट्स बाय लगूनिंग,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९५८)

३१ लेव्हिन, एम; आणि जी. एछ. नेल्सन, 'स्ट्रीम–फ्लो एरिएशन प्यूरिफिकेशन स्टडीज,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, १, १, ४० (जानेवारी १९२८)

३२ लेव्हिन, एम; 'आयोवा फॅक्टरी, कॅरेक्टरिस्टिक्स अँड डिस्पोजल ऑफ वेस्ट्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ५, ५, ८८४ (सप्टेंबर १९३३)

३३ लेव्हिन, एम; 'प्यूरिफिकेशन ऑफ बीट शुगर वेस्टस,' अमेरिकन जर्नल ऑफ पब्लिक हेल्थ, २३ (१९५१) पा. ५८५

३४ मॅक् डिल, वी. एम; 'बीट शुगर इंडस्ट्री,' इंडस्ट्रियल ॲन्ड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३९; ५, ६५७ (मे १९४७)

३५ मॅक्डोनाल्ड, जे. सी; 'रीयूज ऑफ प्रोसेस वॉटर्स इन बीट शुगर फॅक्टरी,' इंटर–नॅशनल शुगर जर्नल, ४६. ५४८, २०८ (ऑगस्ट १९४४)

३६ मॅक्डोनाल्ड, जे. सी., रिटर्न ऑफ बीट शुगर फॅक्टरी वेस्ट वॉटर्स, इंटरनॅशनल शुगर जर्नल, ४७, ५५६, १०० (एप्रिल १९४५)

३७ मॅकगिनिस, आर. ए; बीट शूगर टेक्नॉलजी, न्यूयॉर्क: राइन–होल्ड पब्लिशिंग कार्पो., (१९५१)

३८ ओ डे, डी.. आणि ई. बार्टो, 'स्टेफेन्स वेस्ट ग्ल्यूमेट्स अँड कंटेंट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १६, २, ३८५ (मार्च १९४४)

३९ 'ऑक्सिडेशन पाँडस,' अमेरिकेच्या सार्वजनिक स्वास्थ्य संस्थेच्या समितीचा अह–वाल, स्युवेज वर्क्स जर्नल, २०, ६, १०२५ (नोव्हेंबर १९४८)

४० पेल्थॉर्प, आर. ई., 'कलर प्रॉब्लेम्स वुइथ बीट वेस्ट्स,' जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचे नियतकालिक, ३२, ११, १२०१ (नोव्हेंबर १९६०)

४१ पिअर्सन, ई., आणि सी. एन. सॉयर, 'रीसेंट डेव्हलपमेन्ट्स इन क्लोरीनेशन इन दि बीट शुगर इंडस्ट्री,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९) पा. ११०

४२ पिअर्सन. ई. ए, आणि सी. एन. सॉयर 'वेस्ट डिस्पोजल.' केमिकल इंजिनिअरिंग प्रोग्रेस, ४६, ८, ३३७-३९४ (ऑगस्ट १९५०)

४३ पिक, एछ., 'क्लोरीनेशन, Wischau, जर्मनी, स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २, ३, ४६५ (जुलै १९३०)

४४ पोर्जेस, आर., आणि जी. हॉकिन्स, 'ब्रॉड फील्ड डिस्पोजल ऑफ बीट शुगर वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, १०, ११६० (आक्टोबर १९५५)

४५ पोर्टर, एल. बी., 'बीट ज्यूस प्यूरिफिकेशन बाय आयन एक्स्चेंज, शुगर, ४२, ५, २२–२३ (मे १९४७)

४६ 'प्यूरिफिकेशन ऑफ वेस्ट वॉटर्स फ्रॉम बीट शुगर फॅक्टरीज,' शास्त्रीय आणि औद्योगिक संशोधन विभाग, जल प्रदूषण संशोधनावरील तांत्रिक निबंध क्र. ३, लंडन, हीज मॅजेस्टीज स्टेशनर्स ऑफीस, (१९३६)

४७ रिचर्डस, ई. एछ., आणि डी. डब्ल्यू. कटलर, 'ब्रिटिश एक्सपेरिमेंट्स, केमिकल अँड बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ५, ५, ८७७ (सप्टेंबर १९३३)

४८ रिले, एफ. आर, आणि डब्ल्यू. ई. सॅन्बॉर्न 'आयन एक्सचेंज प्रोसेस हॅज मॅचुअर्ड,' शुगर, ४२, ७. २४–२९ (जुलै १९४७)

४९ रोजर्स, टी. एछ., 'रिपोर्ट ऑफ टेक्निकल कमिशन,' स्वास्थ्य अभियांत्रिकी अपर मिसिसिपी मंडळ, (फेब्रुवारी १९४७)

५० रोजर्स, एछ. जी., आणि एल. स्मिथ, 'बीट शुगर वेस्ट लगूनिंग,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय ,(मे १९५३) पा. १३२

५१ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू; इंडस्ट्रियल वेस्ट, न्यू यॉर्क, राइनहोल्ड पब्लिशिंग कार्पो. १९५३ पा. ४७३–४७८

५२ सॅन्बॉर्न, एन. एछ; 'स्प्रे इरिगेशन एफ्ल्युअंट डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ९, १०३४ (सप्टेंबर १९५३)

५३ सॉयर, सी. एन., 'बीट शुगर ट्रीटमेंट प्रोसेस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, २, २२१ (फेब्रुवारी १९५०)

५४ साऊथगेट, बी. एस; 'रीयूज ऑफ वेस्ट वॉटर' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, १, १६९ (जानेवारी १९४८)

५५ साऊथगेट, बी. एस; ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट वॉटर्स, लंडन हिज मॅजेस्टीज स्टेशनर्स ऑफिस, (१९४८) पा. ३१७

५६ स्प्रेंग्लर, ओ; 'जर्मन डिस्पोजल प्रॅक्टिस,' स्युवेज अ‍ॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ७, १, १३१ (जानेवारी १९३५)

५७ स्टिल्झ, डब्ल्यू. पी., 'व्हायब्रेटिंग स्क्रीन्स इन इंडस्ट्रियल वेस्ट वॉटर ट्रीटमेंट,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, २, ६८ (नोव्हेंबर-डिसेंबर १९५५)

५८ स्टोन, पी; 'शुगर केन प्रोसेस वेस्ट, ओरिजिन अँड ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ८, १०२५ (ऑगस्ट १९५१)

५९ स्ट्रीटर, एछ. डब्ल्यू., 'रिव्हयू ऑफ बीट शुगर वेस्ट्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ५, ५, ८७६ (सप्टेंबर १९३३)

६० 'दि यूज ऑफ लाईम इन इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट,' ट्रेड वेस्ट परिपत्रक क्र. १ राष्ट्रीय चुना संघ, वॉशिंग्टन, डी. सी., (एप्रिल १९४८) पा. ९

६१ विंटझेल, टी; आणि टी. Lauritzson, 'रिटर्न ऑफ बीट शुगर फॅक्टरी वेस्ट वॉटर,' शुगर, ३९, ९, २६ (सप्टेंबर १९४४); ३९, १०, २८ (मे १९४५)

६२ वुड, ए; जे. एछ. गॉव्हिन, आणि बी. ए. फॉर्स्टर, 'ब्रिटिश प्रॉब्लेमः ट्रीटमेंट रेकमेन्डेशन्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स ४, २, ३८७ (मार्च १९३२)

संकीर्ण अन्न प्रक्रिया-अपशिष्टे –

कॉफी, तांदूळ, मासे, लोणची व पेयांसारख्या अन्नोत्पादनातील अपशिष्टे, या प्रकरणात वर्णन केलेल्या अन्य अन्नप्रक्रिया अपशिष्टांपेक्षा कांहीशा कमी प्रमाणात प्रचलित आहेत. असे असले तरी, त्यांचे महत्व कमी नसते आणि कांही प्रमाणात त्यांचा अभ्यास करणे अवश्य असते.

२२-१४. कॉफीच्या अपशिष्टांचा उद्‌भव आणि गुणधर्म –

आपल्या कॉफीचा बराच मोठा भाग दक्षिण अमेरिकेतून येतो व त्यातील बऱ्याचशा कॉफीवर तेथे प्रक्रिया करण्यात येत असे, पण कच्च्या कॉफीच्या बिया प्रक्रिया करण्याकरता आता या देशात वाढत्या प्रमाणात पाठविल्या जात आहेत. चांगल्या दर्जाचे धावन केलेल्या कॉफीला युनायटेड स्टेट्समध्ये कमाल भाव मिळत असल्यामुळे कॉफीच्या बहुतेक बिया धुण्यात येतात; म्हणजेच पिकलेली फळे तोडून पाण्याचा वापर लागणाऱ्या प्रक्रियेत दळण्यात येतात. " शुष्क " प्रक्रियेपासून कॉफीची ही प्रक्रिया वेगळी असते. शुष्क प्रक्रियेत झाडावरील फळे तोडून गिरणीत सुकी दळून टरफले काढून टाकण्यात येतात. धावनाकरता दर पौंड तयार कॉफीस २६० गॅलन पाणी लागते, म्हणून विशेषतः जेंव्हा संमिश्रण (blending) आणि होरपळण्या (roasting) प्रमाणे धावनही एकाच संयंत्रात करता येते तेव्हा समस्या निर्माण होण्याचा संभव असतो.

कॉफीचे बुंद (cherry) संग्राहक डोण्यात ओतून तेथून ते पाण्याने लगदा करणाऱ्य यंत्रात वाहून नेण्यात येतात. ते वाहून नेले जात असताना खडे व इतर पालापाचोळा पाश व तरंगकांच्या सहाय्याने वेगळे करण्यात येतात. चांगले नसलेले बुंद लगदा यंत्राकडे स्वतंत्रपणे पाठविले जातात. लगदा यंत्रात टरफले आणि कॉफीच्या बियांतील गराचा बराच भाग काढून टाकण्यात येतो. टरफल काढून टाकलेले बी पाण्यातून आंबवण करण्याच्या डोणीत नेण्यात येते व (त्यावेळी) अतिरिक्त पाणी निःसारित करून जरूर पडल्यास पुनः वापरण्यात येते. आंबवणाच्या डोणीतील बी आर्द्रावस्थेत ठेवून आंबवण्यात येते. आंबवण काल १२ तासाइतका कमी अथवा २ दिवसाइतका दीर्घ असू शकतो. कॉफीच्या बीयांच्या रुपेरी सालीच्या चर्मयंत्राच्या भोवतालच्या चेरीचा गर समाधानकारकपणे काढून टाकण्यासाठी आंबवणाची गरज असते. गरातील प्रोटोपेक्टीन विरघळून जात नाही आणि चर्मपत्रातून (parchment) ते धुवून अगर खरडून काढता येत नाही. न आंबलेला गर आणि न सुकलेली साल बीपासून समाधानकारकपणे काढून टाकता येईल असे यंत्र विकसित करण्यात आलेले नाही, कडक चर्मपत्रास प्रोटोपेक्टीन चिकटून बसत असल्याने बीयांचे विघातक आंबवण आपोआप झाल्याखेरीज बियांचा समाधानकारकपणे वापर करता येत नाही. आंबवणाच्या प्रक्रियेमुळे स्वच्छ चर्मपत्रात बी सुकविणे शक्य होते व त्यामुळे शुद्धतेची खात्री मिळते.

कॉफीच्या प्रक्रियाकरणातील आंबवणाची उत्पत्ति खालीलप्रमाणे आहे :–

१) प्रोटोपेक्टीन $\xrightarrow{\text{प्रोटोपेक्टिनेज}}$ पेक्टीन

२) पेक्टीन $\xrightarrow[\text{पेक्टिनेज}]{\text{पेक्टेन}}$ { पेक्टिक अम्ल + CH_3OH / गॅलॅक्टयुरॉनिक अम्ल + CH_3OH }

३) पेक्टीन अम्ल + कॅल्शियम → कॅल्शियम पेक्टेट (विलेय जेली)

ज्यातील कांही पदार्थ विलेय असतात असे हे द्रव्य कॉफीच्या बियांच्या चर्मपत्रापासून सहज धुवून काढून टाकता येते. आंबवणानंतर बिया धुवून पुनः पाण्यातून खुल्या शुष्कन खोल्यात (patios) वाहून नेण्यात येतात. बिया पाण्यातून गाळून घेऊन अनेक दिवस उघड्यावर पसरून उन्हात वाळवण्यात येतात; कांही संयंत्रात सूर्यशुष्कनाशिवाय यांत्रिकी शोषकही (driers) वापरण्यात येतात. जेव्हा रंग व स्वाद यांची खात्री होईल इतक्या कॉफीच्या बिया सुकविल्या जातात तेव्हा त्यानंतर त्यांच्यावरील साल काढून टाकण्याकरता दळून, वर्गवारी करून आणि पोत्यात भरून त्या बाजारात पाठविण्यात येतात.

कोष्टक २२–२२

कॉफीच्या बियांची बनावट

घटक भाग	सरासरी %
पाणी	९–१२
राख	४
नायट्रोजन	१२
सेल्यूलोज	२४
शर्करा	९
डेक्स्ट्रीन	१–१५
चरबी	१२
कॅफेटॅनिक अम्ल	८–९
कॅफीन	०.७–१.३
नायट्रोजन रहित अर्क (nitrogentfree extract)	१८
अनिवार्य तेल (egsential oil)	०.७
जल–विलेय द्रव्य	२५–३

कोष्टक २२–२३

कॉफीची अपशिष्टे

उद्‌भव	BOD, ppm	अवस्थापनशील घनपदार्थ, ppm	एकूण घनपदार्थ, ppm	तरंगते घनपदार्थ ppm
लगदा	४७०००			
आंबवण अपशिष्टे	१२५०–२२२०	६६०–७००	४२६०	२०६०
लगदाकारक अपशिष्टे	१८००–२९२०	६०–१२७	४९६०	८४८
संयुक्त लगदा व आंबवण अपशिष्टे	६१५०–१३४०००	१६०	३२२०	

कॉफीच्या गिरण्यातील पाण्याचा मुख्य उपयोग (आणि अपशिष्टांचा उद्भव) या प्रमाणे १) लगदाकारकाकडे बिया वाहून नेणे, २) लगदा नाळक्यात अथवा ढिगात ओतणे ३) आंबवण्याच्या डोण्यात बिया वाहून नेणे, ४) आंबवलेल्या बिया धुणे, ५) आंबलेल्या बिया शुष्कन पॅनोंच्याकडे वाहून नेणे, ६) खडे अडवून ठेवण्याकरता पाश आणि " तरंगक " वेगळे करण्याकरता उपाय म्हणून, बियांचे द्रवीय वर्गीकरण करण्याचे माध्यम म्हणून, व बॉयलरमधील पाणी म्हणून संकीर्ण उपयोगाकरता वापरणे हा असतो.

कॉफीची चेरी अथवा बी तयार होण्यास कारणीभूत असलेले घटक को. २२-२२ मध्ये दाखविले आहेत कॉफीच्या बियांच्या प्रक्रियेतील चार प्रमुख अपशिष्टे, लगदा, लगदाकारक अपशिष्ट, आंबवणातील धावन जल (टाकी जल) आणि साल (चर्मपत्र) ही असतात.

कोष्टक २२-२४

कॉफी प्रक्रियाकरणातील अपशिष्ट-जलांच्या तपासणीचे सर्वसाधारण निष्कर्ष (१९४६) (१)

अपशिष्ट-जल	राशि गॅलन/ टन. निर्भेळ कॉफी	एकूण राशीशी प्रमाण, %		BOD ३-दिवस २६.७ °C तपमान	एकूण BOD शी प्रमाण, %	
लगदाकारक अपशिष्टे						
लगदा जल	४४९०	३४	५७	२४००	४५	८५
मुख्य टाकीतील निःस्राव	२२२०	१७		३९००	३५	
पुनर्गमन टाकीतील निःस्राव	८४०	६			५	
टाकीतील धावन अपशिष्टे						
पहिली टाकी	२८०	२	५	२८००	४	६
दुसरी टाकी	२७०	२		१३००	१	
पुनर्गमन टाकी	१६५	१		१९००	१	
नालीतील धावन						
मुख्य	४७००	३५	३८	४०	८	९
पुनर्गमन	४४०	३			१	
एकूण	१३४४५*	१००			१००	

* सामान्यतः २०००० गॅलन / टन कॉफी

कोष्टक २२–२५

कॉफीच्या आंबवणातील अपशिष्टे* (३)

गुणधर्म	किमान, ppm	कमाल, ppm	सरासरी, ppm
BOD	२९५	३६००	१७००
pH	४.१	५.५	४.५
गढूळपणा	[illegible]५०	४०००	१७५०
तरंगते घनपदार्थ	२३५	२३८५	९००
एकूण घनपदार्थ	८८५	३१४०	२१००

* निःस्त्रावातील निरनिराळ्या ३० नमुन्यांवर आधारित.

कोष्टक २२–२६

कॉफीच्या लगद्याचा नाश (depulping) करण्यातील अपशिष्टे* (३)

गुणधर्म	किमान, ppm	कमाल, ppm	सरासरी, ppm
BOD	३२८०	१५०००	९४००
pH	४.१	४.७	४.४
गढूळपणा	१५००	४०००	२९००
तरंगते घनपदार्थ	६२५	१०५५	७९०
एकूण घनपदार्थ	१००९०	१२३४०	११३००

* निरनिराळ्या दिवशी घेतलेल्या १२ नमुन्यांवर आधारित.

लगदा हे सर्वात जास्त त्रासदायक होण्याचा संभव असलेले एक अपशिष्ट आहे, परंतु सामान्यपणे पुनःप्रापण करून ते इंधन वा खत म्हणून वापरता येते, जेव्हा ताजा लगदा अना–वृत स्थितींत ढीग करून ठेवण्यात येतो तेव्हा (त्यातील) साखरेकडे माशा आकर्षित होतात व

जेव्हा लगद्याचे आंबवण सुरू होते तेव्हा त्याला घृणास्पद दुर्गंधी येऊ लागते. **लगदाकारक पाण्यात** अवस्थापनशील घनपदार्थ तुलनेने उच्च प्रमाणात असतात आणि त्यात साखर व अन्य विलेय द्रव्ये असल्याने ते उच्च प्रमाणात प्रदूषणकारक असते. आंबवण (टाकीतील) अपशिष्टात लगदाकारक अपशिष्ट–जलाच्या तुलनेने पेक्टीनच्या अनेक जेली आणि अन्य पदार्थ असतात. ते अपशिष्ट म्हणून सौम्य तसेच तुलनेने स्थिर आणि अक्षोभक असते. सुकविलेले बी कोरडे असताना दळल्यामुळे त्यातून निर्माण झालेली **सालपटे** (parchment) अपशिष्ट पदार्थ म्हणून महत्वाची नसतात, कारण त्यात जवळ जवळ शुद्ध सेल्यूलोज असते आणि वाफ तयार करण्यात बॉयलरमध्ये इंधन म्हणून ती वापरण्यात येतात व त्यामुळे गिरणीत लागणाऱ्या शक्तीचा पुरवठा होतो. निरनिराळ्या प्रमाणात पाण्याचा वापर करणाऱ्या कॉफीच्या तीन संयंत्रातील अपशिष्टांचे सर्वसाधारण स्वास्थ्यविषयक गुणधर्म को. २२–२३ मध्ये सादर केले आहेत. को. २२-२४ मध्ये कॉफीच्या अपशिष्टातील पाण्याच्या राशि आणि BOD दिला आहे (१). को. २२–२५ मध्ये आंबवणाच्या धावन–जलाच्या अपशिष्टांचे गुणधर्म आणि को. २२–२६ मध्ये लगद्याचा नाश करणाऱ्या (depulping) अपशिष्टांच्यासंबंधी हॉर्टनचा (३) अहवाल सादर केला आहे.

२२–१५. कॉफीच्या अपशिष्टांवरील उपचार –

उच्च गतीने लागू केलेल्या आणि पुनराभिसरण केलेल्या जैवी निस्यंदकांनी कॉफीच्या अपशिष्टावर उपचार करण्याची प्रभावी तरतूद होते असे हॉर्टने (३) सिद्ध केले. (को. २२-२७ आणि त्यातील निःस्त्राव सिंचाईकरता वापरण्याचा प्रस्ताव केला त्याने असाही निष्कर्ष काढला की, एका तासाच्या अवसादनाने BOD फक्त १६ ते २९ टक्के कमी झाला परंतु मिश्र कॉफी–अपशिष्टांचा BOD रासायनिक किलाटन करून जास्तीत जास्त ५० टक्के कमी करता आला. ब्रँडनने (१) अनेक पद्धती वापरून कॉफी–अपशिष्टांच्या उपचारणावरील खर्च आणि निष्कर्ष (को. २२–२८) मध्ये सादर केले आहेत. त्यांचे असे म्हणणे आहे की, कॉफीच्या बहुतेक गिरण्यात अपशिष्टे गाळणे आणि त्यांचे प्राथमिक अवसादन करणे वाजवी असते. कारण पुनःप्रापण करून सुकविलेला लगदा, इंधन आणि खत अशा दोन्ही प्रकारे, मौल्यवान असतो आणि खालील प्रमाणे त्याची बनावट असते.

प्रोटीन १.३ %, तंतू १९.७ %, नायट्रोजनमुक्त अर्क ५०.१%, व राख ९ %

कोष्टक २२–२७

जैली निस्यंदकातून * पुनराभिसरण करून कॉफीच्या अपशिष्टावर केलेले संयुक्त (आंबवण व लगद्याचा नाश करणे) उपचार (३)

पुनराभिसरणाचा वेग दर दिवशी दशलक्ष गॅलन	दर ताशी पुनराभिसरण	५ – दिवसांचा BOD						
		अवस्थापित अपशिष्ट ppm	करता अवस्थापनाचा उपचार केल्यानंतर			करता उपचार केल्यानंतरचे लघुकरण.		
			२ तास ppm	४ तास ppm	६ तास ppm	२ तास %	४ तास %	६ तास %
२०	५	२२००	६००	५५०	२५०	७२.७	७५.०	८८.६
४०	५	२४५०	९२०	६५०	४२०	६२.४	७३.५	८२.९
४०	८	२८००	९५०	७००	४००	६६.१	७५.०	८५.७
४०	१०	२५५१	९००	७००	४५०	६९.५	७५.३	८४.७
६०	५	२८५०	९६०	६९०	३८०	६६.४	७५.८	६७.७

* ५ चांचण्यांच्या निष्कर्षावर आधारित

संदर्भ कॉफी अपशिष्टे –

१ ब्रॅंडन, टी. डब्ल्यू; 'ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल ऑफ वेस्ट वॉटर्स फ्रॉम प्रोसेसिंग ऑफ कॉफी,' पूर्व आफ्रिका कृषिपत्रिका, १४, ४, १७९ (एप्रिल १९४९).

२ ब्रॅंडन, टी. डब्ल्यू; 'कॉफी वेस्ट वॉटर्स, ट्रीटमेन्ट अँड डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १, १४२ (जानेवारी १९५०)

३ हॉर्टन, आर. के; एम पॅचेलो, आणि एम. एफ. सताना, 'स्टडी ऑफ दि ट्रीटमेंट ऑफ दि वेस्ट्स फ्रॉम दि प्रिपरेशन ऑफ कॉफी,' स्वास्थ्य अभियांत्रिकी आंतर अमेरिका विभागीय संमेलनात सादर केलेला प्रबंध, कॅरकॅस, व्हेनेझ्युएला, (सप्टेंबर २६ – आक्टोबर २, १९४६)

४ 'इंटेरिम रिपोर्ट बाय कॉफी पोल्यूशन कमेटी, केनिया कॉलनी,' पूर्व आफ्रिका कृषिपत्रिका –

५ वॉर्ड, पी. सी; 'इंडस्ट्रियल कॉफी वेस्ट्स इन एल साल्व्हॅडोर,' स्युवेज वर्क्स जर्नल १७, १, ३९ (जानेवारी १९४५)

२२–१६. तांदुळातील अपशिष्टे –

खाण्याजोगा तांदूळ बनवण्यात तो भिजवताना, शिजवताना आणि धुताना केलेल्या प्रक्रियांतून अपशिष्टाची बरीच राशि निर्माण होते. हाताळलेल्या अनुपचारित तांदूळाच्या दर टनाला ही राशि सुमारे ६०,००० गॅलन असते. त्यापैकी १२ ते १४ टक्के भिजवण्याच्या आणि तितकीच राशि शिजविण्याच्या प्रक्रियेतून येते. उरलेली ७५ टक्के राशि धुवून आणि त्यानंतर केलेल्या तांदळाच्या निःसारणातून उद्‌भवते.

ह्यूकेलेकियनने अनेक नमुन्यांच्या सरासरीवर आधारित केलेले एक विश्लेषण को २२-२९ सादर केले आहे. कलील आणि विलेय द्रव्यांच्या स्वरूपात बहुतेक BOD असल्याने अवस्थापनाने फक्त २९ टक्केच त्याचे लघुकरण होते आणि पातळ व विचरणशील अवमल राशींचा त्यात संबंध येत असल्यामुळे (अवस्थापनाची) शिफारस केलेली नाही. किलाटक म्हणून २००० ppm चुन्याचा वापर करून BOD चे ६० प्रतिशत् लघुकरण प्राप्त करण्यात आले आहे. दर दिवशी द. घ. फुटास BOD चे भारण ०.०२ ते १० पौंड असताना, पाचनाने ९० टक्क्यापेक्षा जास्त BOD कमी करता येतो व निस्तारण-वृद्धि (disposal growth) वातन करून, अपशिष्ट व बियांचे गुणोत्तर १४.५:१ असताना आणि पुरेसा नायट्रोजन मिळाला असताना BOD चे ९० टक्क्यापेक्षा जास्त लघुकरण करता येते असे आढळून आले.

कोष्टक २२-२८

कॉफीच्या प्रक्रियेतील अपशिष्ट-जलांवर उपचार करण्याकरता (वापरलेल्या) पर्यायी योजनांवरील तुलनात्मक भांडवली खर्च (१)

उपचार केलेली अपशिष्ट-जले	उपचारणाची पद्धत	प्रदूषण गुणातील घट %	एकूण प्रदूषणातील घट %	दर टनास द. दि. स्वच्छ कॉफीच्या कारखान्याचा भांडवली खर्च
टाकीतील निःस्त्राव व धावन	झिरपणाचे खड्डे		४६	४५
लगदा-जल व नाली धावन	जैवी निस्यंदन	६४	५१	१०००
एकूण			६७	१०४५
संमिश्र अपशिष्टे	१२ दिवस आंबवण	८५	८५	५८०
संमिश्र अपशिष्टे	१२ दिवस आंबवण अधिक जैवी निस्यंदन	९४	१४	४८०
एकूण			९९	१०६०
संमिश्र अपशिष्टे	१०० ppm अंदाजी BOD, असलेला निःस्त्राव तयार करण्याकरता जैवी निस्यंदक	९४	९४	१८५०
संमिश्र अपशिष्टे	सुमारे ४० ppm BOD असलेला निःस्त्राव निर्माण करण्याकरता जैवी निस्यंदन	९८	९८	२५००

कोष्टक २२-२९ (ह्युकेलेकियनच्या प्रमाणे)

तांदुळाच्या संमिश्र अपशिष्टांचे गुणधर्म

गुणधर्म	राशि अथवा मूल्य
pH	४.२-७.०
एकूण घनपदार्थ, ppm	१४६०
राखेतील घनपदार्थ %	२०.५
तरंगते घनपदार्थ, ppm	६१०
घनपदार्थातील राख %	१०.८
एकूण नायट्रोजन, ppm	३०.
फॉस्फेटे, ppm	३०
BOD, ppm	१०६५
स्टार्च, ppm	१२००
लघुकारक शर्करा, ppm	७०

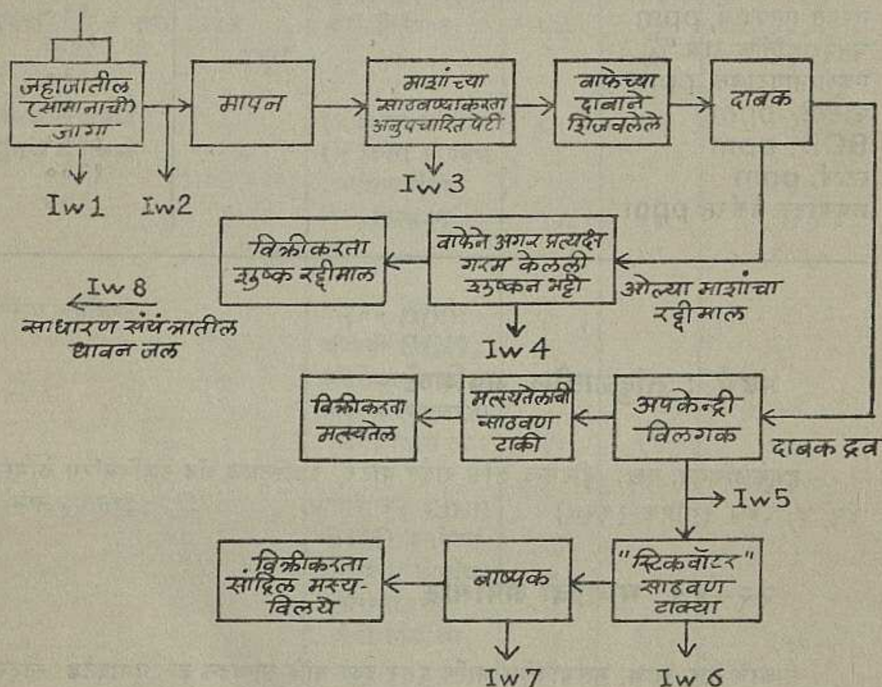
संदर्भ : तांदुळातील अपशिष्टे -

ह्यूकेलेकियन, एछ; 'ट्रीटमेन्ट ऑफ राईस वॉटर,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४२, ४, ६४७ (एप्रिल १९५०)

२२-१७. माशांची अपशिष्टे

माशाचे तेल, खाद्य, मत्स्यविलेय आणि इतर द्रव्ये यांचे उत्पादन हा युनायटेड स्टेट्स-मधील बराच मोठा उद्योग आहे. पूर्वेकडे आणि आखाताच्या किनाऱ्यांवर (gulf coast) न खाता येणाऱ्या मॅनहॅडन या माशापासून या द्रव्यांचे मुख्यतः उत्पादन होते आणि पूर्व व पश्चिम अशा दोन्ही किनाऱ्यावर ते सार्डीनच्या डबे भरण्याच्या (canning) उद्योगातील उपपदार्थ म्हणून तयार होतात.

एका मत्स्य प्रक्रिया संयंत्राचा नमुनेदार प्रवाह-तक्ता आ. २२-२ मध्ये दिला आहे. (I. W. ही अक्षरे अपशिष्ट-जलांच्या उद्‌भवासंबंधी आहेत.) (IW1) जेव्हा बोटीच्या मासे साठविण्याच्या विभागातून मासे पंप केले जातात तेव्हा त्या विभागातील अपशिष्टे आढळून येतात. (IW2) अपयुक्त (spent) मत्स्य स्थानांतरण जल (fish transfer water) सुमारे १०००० गॅलन क्षमता असलेल्या टाक्यात ठेवलेले असते व त्या टाक्या दररोज रिकाम्या करण्यात येतात. या अपशिष्ट जलातील अशुद्ध द्रव्ये, रक्त, अणु (particulate) विरघळलेले मत्स्य-घनपदार्थ, माशांचे खवले, आणि स्निग्ध गाळापासून मोठ्या प्रमाणात, बनलेली असतात. (IW3) जेव्हा अनुपचारित मत्स्य साठवण्याच्या पेटीतील चिरातून द्रव बाहेर पडते तेव्हा, माशांच्या वजनामुळे तसेच ज्या ठिकाणी पट्टावाहकाने मासे बाहेर काढले



आकृति २२-२ मेनहॅडेन मत्स्य-प्रक्रिया संयंत्राचा सोपा केलेला प्रवाह तक्ता (Paessler प्रमाणे 13) I W ही अक्षरे औद्योगिक अपशिष्ट दाखवितात.

जातात त्या ठिकाणी जेव्हा द्रव बाहेर पडते तेव्हा अनुपचारित-पेटिका-क्षरण अपशिष्ट (raw-box-leakage waste) आढळून येते. या अपशिष्टात रक्त आणि विरघळलेल्या घनपदार्थांचे उच्च प्रमाणात सांद्रण झालेले असते. (I W 4) शोषक-भट्टी-गंधहारक-फवारणी जल (dryer-kiln-deodorizer spary water) हे अपशिष्ट जेव्हा प्रक्रियाकरण्याचे वेळी शोषक भट्टीतील धुराचे अवशोषण करण्यासाठी सतत पाण्याची फवारणी करण्यात येते तेव्हा निर्माण होते. सर्व संयंत्रावर ही फवारणी प्रथा चालू आहे आणि हवेच्या प्रदूषणाच्या नियंत्रणास तिला महत्व येणे शक्य आहे.

(IW5) "**स्टिक वॉटर" अपशिष्टातील** BOD ३३ ८०० पासून ११२००० पर्यंत बदलता असतो आणि मॅनहॅडेन संयंत्रातील अपशिष्टात एकूण BOD च्या ९० टक्क्यापेक्षा जास्त प्रमाण दाखवितो. तथापि त्याची राशि मर्यादित असते आणि जेव्हा पाण्याचे तपमान कमी असते. तेव्हां अशा ऋतूत लवकरच ते प्रस्त्रावित होते. अपकेंद्रित्रातून टाकून दिलेल्या जल-आधारित द्रवाचे अनिवार्यतः ते बनलेले असते (I'W 6) टाक्या भरत असताना त्या भरून वाहू लागल्यामुळे, ओसंडून गेलेले द्रव्य (spillage) आणि टाक्या स्वच्छ करताना टाकून द्यावा लागणारा 'तळातील गाळ' (bottoms) यांची 'स्टिक वॉटर' साठवण टाकी-तील अपशिष्टे बनलेली असतात.

(I W 7) माशाच्या प्रत्येक खेपेनंतर जेव्हा बाष्पक पाण्याने उकळून, विसळून, आणि दाहक सोड्याने पुनः उकळून व पुनः विसळून घेतले जातात. तेव्हा **बाष्पक-अपशिष्टांचा** (evaporator wastes) उद्भव होतो बाष्पकातून शीतन जल आणि कांही संघनकही बाष्प-कातून सतत प्रस्त्रावित होत असतात. (I W 8) दाब यंत्रे, फरशी, टाक्या, अपकेंद्रित्रे, आणि इतर उपकरणे जेव्हा धुण्यात येतात तेव्हा त्यातून धावन अपशिष्टे निर्माण होतात ह्या अपशिष्टांची बनावट को. २२-३० मध्ये समाविष्ट केली आहेत (१३)

BOD चे निष्कासन कमी असल्यामुळे आणि अवमल अतिप्रमाणात तयार होत असल्याने ह्या अपशिष्टाकरता रासायनिक किलाटनाची शिफारस केलेली नाही. सर्व व्यक्तिगत अपशिष्ट स्टिकवॉटर अपशिष्टात (I W 6) एकत्र करून त्यांचे बाष्पीभवन करणे ही उपचारणाची समाधानकारक पद्धत आहे तसेच बाष्पीभवनाला पर्याय म्हणून अपशिष्टे होडीतून समुद्रात सोडा वीत असे सुचविण्यात आले आहे.

कोष्टक २२–३०

मत्स्य अपशिष्टांची बनावट (Paessler) प्रमाणे (१३)

अपशिष्ट	BOD ppm	एकूण घनपदार्थ ppm	एकूण बाष्पशील घनपदार्थ, ppm	ग्रीस, ppm
IW १	४२–२६५	१५५७६–२०६०६	२४८९–३३९४	
IW २	३०५०–६७२०५	१८४२१–६४८५७	५९१२–४६९०७	१३१४–१७२३४
IW ३	३०५००–३२५०००	४६७४१–६१७६०	२९५३३–४६२४७	१०६५५
IW ४	१२०–३००	१४१७१–१८९४९	१९०६–७९५७	४५
IW ५	५६३३३–११२५००	३३५९७–७९२००	२१६०९–६६४०६	४२२६–२४३८७
IW ६	४७०६३	५२९९८	४५४८३	१८१५७
IW ७	३००–८०४३	१३७५६–१६२६०	१६९५–१२३८९	१६–३२९

संदर्भ – मत्स्य अपशिष्टे

१ 'ब्रिटिश साल्मन फिशरीज, इफेक्ट ऑफ वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, २, ३६२ (मार्च १९४८)

२ डेव्हिस, एछ सी; 'फिश कॅनरी वेस्ट, इफेक्ट ऑन स्युवेज ट्रीटमेन्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स १६, ५, ९४७ (सप्टेंबर १९४४)

३ 'फिश प्रॉडक्ट्स प्राईस कट्स सीन नेक्स्ट इयर,' रिपोर्टर, १५, ३, ५ (एप्रिल १२ १९४८)

४ गॅलघर, एफ एम., 'फिशमील फर्टिलायझर वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ४, ५, ८७ (सप्टेंबर १९५९)

५ गुड, जी. बी., 'ए हिस्टरी ऑफ दि मॅनहॅडन,' न्यूयॉर्क, ऑरेंज जुड कं. १८८०

६ हार्ट, मार्शल, आणि बॅल, दि एक्स्टेंट ऑफ दि पोल्यूशन कॉज्ड बाय पिल्चार्ड रिड-क्शन प्लँट इन ब्रिटिश कोलंबिया,' परिपत्रक ३९, बायॉलॉजिकल बोर्ड ऑफ कॅनडा, (१९३३)

७ नोल्टन, डब्ल्यू टी; 'फिश कॅनरी वेस्ट, इफेक्ट्स ऑन स्युवेज ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १७, ३, ५१४ (मे१९४५)

८ लॅसेन, एस; ई. के. बेकन, आणि एछ. जे. डन, 'फिश रिडक्शन प्रोसेस.' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४३, ९, २०८२ (सप्टेंबर १९५१)

९ लेविस, ओ; 'यू. एस. फिश रिसर्च गोल्स,' ऑईल पेन्ट अँड ड्रग रिपोर्टर, १६, ७, (मे १९५५)

१० "लॉस अँजेलीस लाँगबीच हार्बर पोल्यूशन सर्व्हे,' क्र. ४, लॉस अँजेलीस विभागीय जल प्रदूषण मंडळ, (१९५२)

११ 'मॅनहॅडन्स फेम, 'केमिकल वीक, ६८ (फेब्रुवारी १०, १९५१) पा. १३

१२ 'न्यू हायड्रो-बॅक लिफ्ट स्पीड्स फिश डायरेक्ट फ्रॉम बोट टू कॅनरी,' फुड इंडस्ट्रीज, २१, १, ११५९० नोव्हेंबर १९४९)

१३ पेस्लर, ए. एछ; 'वेस्ट वॉटर फ्रॉम मॅनहॅडेन फिश ऑईल अँड मिल प्रोसेसिंग प्लँट्स,' ११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही,पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५६) पा. ३७१-३८७

१४ 'रिकव्हरिंग बाय--प्रॉडक्ट्स फ्रॉम फिश वेस्ट्स,' फुड इंडस्ट्रीज, २२ (फेब्रुवारी १९५०) पा. ९६

१५ 'रिपोर्ट ऑफ ए स्टडी ऑफ सार्डीन कॅनिंग वेस्ट्स अॅट सॅन कॅर्लास कॅनरी, आक्स्नार्ड, कॅली,' कॅलिफोर्निया सार्वजनिक स्वास्थ्य विभाग, (१९३६)

१६ 'रिपोर्ट ऑन दि डिश्चार्ज ऑफ वेस्ट फ्रॉम सार्डीन कॅनिंग अँड रिडक्शन टू माँटेरे बे, कॅलि. फॉर रीजनल वॉटर पोल्यूशन कंट्रोल बोर्ड,' ३ रा अहवाल, कॅलिफोर्निया सार्वजनिक स्वास्थ्य विभाग, (१९५१)

१७ सेव्हरन्स, एछ डी; 'फिश कॅनरीज, ओडर कंट्रोल, माँटेरे, कॅलि.,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, ४, १, १५२ (जानेवारी १९३२)

१८ सिमन्स, आर. डब्ल्यू; 'बाय प्रॉडक्ट युटिलायझेशन ब्रिंग्ज होप टू फिश इंडस्ट्री, केमिकल अँड इंजनिअरिंग न्यूज, ३१, १८, १८६२ (मे १९५३)

१९ 'स्टराईल स्टिक वॉटर,' केमिकल वीक, ६४ (फेब्रुवारी १९४९) पा. २१०

२० 'देअर्स गुड हार्ड कॅश इन स्टिक वॉटर,' फुड इंडस्ट्रीज, २२, २, २४२ (फेब्रुवारी १९५०)

२१ झिबा, जे., 'स्टिक वॉटर प्रोसेसिंग,' केमिकल इंजनिअरिंग ५७, ८, १३३ (ऑगस्ट १९५०)

२२–१८. लोणच्याची अपशिष्टे --

पिकवून, रसायन वापरून, आणि मुरवण करून (seasoning) एकत्रितपणे काकडचा आणि अन्य भाजीपाल्यांचे परिवर्तन करण्याने ही अपशिष्टे निर्माण होतात. यात संबंधीत असलेल्या प्रक्रिया आणि अपशिष्टांच्या अधिक तपशीलवार चर्चेकरता १७ व्या प्रकरणात निर्दशित केलेल्या व्यावहारिक समस्याकडे आम्ही वाचकाचे लक्ष वेधू इच्छितो. लोणच्याच्या कारखान्यात गोड अगर आंबट लोणची तयार करण्यात येत असल्याने अपशिष्टातील साखरेच्या सांद्रणाच्या मात्रेत प्रामुख्याने फरक पडतो. दोन्ही प्रकारची लोणची तयार करणाऱ्या लोणच्याच्या संयंत्रातून खालील चार प्रकारची मुख्य अपशिष्टे अपेक्षित असतात, १) हिवाळी महिन्यातील लाकडी डोण्यांच्या 'शर्कराकरणातील' **चुना अपशिष्ट** २) १० ते २० प्रतिशत् लवणाच्या द्रावणात दोन ते तीन महिने केलेल्या लोणच्याच्या आंबवणातील **लवण अपशिष्ट**; ३) लोणचे फुगवण्यास आणि रंगण्यास कारणीभूत असणाऱ्या द्रावणापासूनची **तुरटी व टयूमेरिक अपशिष्टे** ४) लोणचे मुरवण्याकरता आणि पॅकबंद करण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या (व्हिनेगा) शिरका व साखरेच्या द्रावणापासूनची **सायरप अपशिष्टे** या प्रत्येक अपशिष्टामुळे वेगवेगळचा प्रकारचे प्रदूषण होते ही एक किंवा अधिक अपशिष्टे एकत्र येण्याने नाला–प्रदूषण समस्यावर उपाय योजणे अवघड जाते.

लवण व तुरटी आणि टयूमेरिक अपशिष्टे मोठचा संयंत्रातून सामान्यपणे जवळ जवळ सतत प्रस्त्रावित होत असतात. चुना अपशिष्ट अथवा अम्ल सायरप अपशिष्टातून अधून–मधून होणाऱ्या प्रस्त्रावावरून अंतिम अपशिष्टातील परिणामी pH व सेंद्रिय द्रव्यांच्या अंशांचे निर्धारण होते. गाळणे, उदासीनीकरण आणि समानीकरण करणें हे लोणच्याच्या अपशिष्टांवरील किमान उपचार आहेत प्रमाणाबाहेर प्रदूषण होण्यास प्रतिबंध व्हावा म्हणून चांगली देखभाल करण्याच्या प्रथेची आवश्यकता असते उपचारण संयंत्रातील अभार संग्राही नाल्यावरील आकस्मिक आघात–भार कसेही करून टाळावेत. लोणच्याच्या अपशिष्टांचे गुणधर्म व त्यावरील उपचारासंबंधी वाचकांनी १७ वे प्रकरण पहावे असा आग्रहाचा सल्ला आहे.

संदर्भ लोणच्याची अपशिष्टे

१ बार्नस, जी. ई; आणि एल. डब्ल्यू. वेनबर्जर, 'इंटर्नल हाऊसकीपिंग कट्स वेस्ट ट्रीटमेंट ॲट पिकल पॅकिंग प्लँट्स,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, २१, १, १८ (जानेवारी १९५८)

२ हॅसेल्टाईन, टी. आर. 'बायॉलॉजिकल फिल्ट्रेशन ऑफ क्रॉट अँड पिकल वेस्ट्स,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स. ९४, ४, १६१ (एप्रिल १९५२)

३ नेमेरो, एन, एल; 'पिकल वेस्ट डिस्पोजल,' पिकल कंपनीकडे सादर केलेला खाजगी अहवाल, १९५२ (लेखकाच्या नोंद वहयांतून)

२२-१९. सौम्य पेयांच्या बाटल्या भरण्याच्या कामातील अपशिष्टे-

अल्कोहोलिक नसलेल्या कार्बनीकरण केलेल्या व न केलेल्या अशा दोन्ही प्रकारच्या पेयांच्या उत्पादनातून, सौम्य पेयांच्या बाटल्या भरण्याच्या कामातील अपशिष्ट-निर्मिती होते. बाटल्या धुणे, साखरपाक तयार करणे, पाण्यावर उपचार करणे, आणि फरशी धुणे या कामातून अपशिष्टांचे उत्पादन होते. सामान्यतः अपशिष्टे उच्च प्रमाणात क्षारीय असतात. त्यातला BOD आणि तरंगते घनपदार्थ घरगुती वाहितमलातल्यापेक्षा किंचित जास्त असतात आणि प्रथम सूक्ष्म चाळणीतून गाळून अगर तसे न करता मलवाहिनीत ती प्रस्त्रावित करण्यात येतात.

बाटल्या धुण्याच्या यंत्रातील अपशिष्टे उच्च प्रमाणात क्षारीय असतात, कारण धावनात क्षारीय प्रक्षालक स्नानांची एक मालिकाच असते आणि जरी काटकसरीच्या, तसेच अपशिष्ट कमी करण्याच्या दृष्टीने पूर्वीप्रमाणे लेबले वापरण्यात येत नसली तरीही त्यात गवत, सिगरेटची थोटके, कागद, व बाटलीत राहिलेल्या अन्य केरकचऱ्यामुळे तरंगत्या घनपदार्थांची राशि मोठ्या प्रमाणात असते. ही परद्रव्ये, तसेच घाणेरड्या बाटल्यातील शेष पेये, बाटल्या भरण्याच्या संयंत्रातील अपशिष्टास कारणीभूत होणारे प्रमुख कारण आहे. फरशी धुणे, सायरपच्या मिश्रण व साठवण टाक्या, सायरपाचा निस्यंदक, सांडून गेलेला द्रव, इत्यादींच्यापासून अधून मधून अपशिष्ट-निर्मिती होते व ती BOD आणि तरंगत्या घनपदार्थांचे प्रमुख उद्‌भवस्थान असते असे मानण्यात येत नाही. पाण्याचा लागणारा दर्जा आणि प्रवेशी पाण्याच्या दर्जाप्रमाणे जलोपचारातील अपशिष्टांत फरक पडतो.

पोर्जेस आणि स्ट्रझेस्की (६) आणि बेसेलिव्हर (२) यांनी कार्बनीकरण केलेल्या पेयांतील अपशिष्टांचे गुणधर्म को. २२-३१ मध्ये सादर केले आहेत.

पोर्जेस आणि स्ट्रेझेस्की यांना १९५४ मध्ये असेही दिसून आले की, युनायटेड स्टेट्समधील ४६४३ बाटल्या भरण्याच्या संयंत्रातून एक अब्ज सौम्य पेयांचे उत्पादन झाले आणि त्यांची किंमत एक अब्ज डॉलरपेक्षा बरीच जास्त होती (३). त्या वर्षात, ह्या देशातील माणशी खप

अंदाजे १५५ बाटल्यापेक्षा अधिक होता. या महान उद्योगातील अनेक नमुनेदार अपशिष्टांचे विश्लेषण पोर्जेस व स्ट्रझेस्को यांनी को. २२–३२ मध्ये सादर केले आहे.

लोकवस्तीच्या मध्यावर बहुतेक सौम्य पेयांच्या बाटल्या भरण्याची संयंत्रे बसविलेली असतात आणि त्यामुळे नगरपालिकेच्या मलवाहिन्यात (अपशिष्टे) सोडून देणे हे अपशिष्ट निस्तारणाचे सर्वोतोम साधन आहे असे दिसून येते. बाटल्यातील उरलेले परद्रव्य आणि लेबले काढून टाकण्याकरता, त्या धुण्याच्या संयंत्रातील अपशिष्टे गाळण्याची प्रथा, घनपदार्थांच्या निष्कासनाचा उपाय म्हणून कधीकधी आचरण्यात येते. अपशिष्टाची राशि कमी करण्याकरता, घाण बाटल्या अगोदर विसळण्याकरता अथवा अन्य कारणाकरता बाटल्या धुण्याच्या यंत्रातील शेवटी विसळलेले पाणी पुनः वापरण्यात येते. बाटल्या धुण्यापूर्वी वाया गेलेल्या सोड्याचे निःसारण करणे, व बाटल्यातील केरकचरा व लेबले काढून टाकणे, यामुळे अपशिष्ट जलातील BOD आणि तरंगणाऱ्या घनपदार्थात ठळकप्रमाणात घट होते. परिचालनातून निर्माण झालेल्या अपशिष्टांच्या राशी मल–वाहिनीत जाऊ न देता निरनिराळ्या स्वरूपात निस्तारित केल्या जातात. उरलेली अपशिष्टे, जरी त्यांचा pH व क्षारता उच्च असली तरी त्यामुळे, नगरपालिकेच्या बहुतेक वाहितमल उपचारण प्रक्रियावर अगदी क्षुल्लक वा अनिष्ट नसलेला परिणाम होतो.

कोष्टक २२–३१

कार्बनीकरण केलेल्या पेयांतील अपशिष्टे

गुणधर्म	संदर्भ ६	संदर्भ २
pH	१०.८	
फेनॉल्थेलीन क्षारता mg/l	१५०	
एकूण क्षारता, mg/l	२९०	
५-दिवसांचा BOD, mg/l	४३०	
तरंगते घनपदार्थ, mg/l	२२०	
अपशिष्टाची राशि, गॅलन/१००० पेट्या	१०६००	१५०००
५–दिवसांचा BOD, पौंड/१००० पेट्या		१५००
तरंगते घनपदार्थ, पौंड/१००० पेट्या		२००

कोष्टक २२–३२

कार्बनीकरण केलेल्या पेयांतील ५ दिवसांचा BOD, एकूण घनपदार्थ, अम्लता, आणि pH (६)

पेय	BOD, ppm	एकूण घनपदार्थ, ppm	अम्लता		pH
			खनिज, ppm	एकूण ppm	
कोका–कोला	६७४००	११४९००	२४४	१५२६	२.४
पेप्सी–कोला	७९५००	१२२०००	२४८	१४६६	२.५
मिशन–ऑरेंज	८४३००	१४१३००	५७०	१५७९	३.०
वॅग्नर लिफ्ट	६४६००	११०८००	३१६	२२५३	३.४
टॉम कॉलिन्स, ज्यू. कॅनडा ड्राय.	६६६००	१०६९००	३५३	१२४६	३.२
क्विनाईन पाणी	६४५००	१०१३००	११८१	३१५०	२.४
सरासरी	७१२००	११६२००	४९०	१८७०	

संदर्भ : सौम्य पेये भरण्यातली अपशिष्टे –

१ वेसेलीव्हर, ई. बी; 'इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ए कम्युनिटी प्रॉब्लेम; दि इफेक्ट्स ऑफ सर्टन टाइप्स ऑफ वेस्ट्स ऑन सिटी युटिलिटीज,' पब्लिक वर्क्स मॅगेझीन, ८३, १२, ७४; (डिसेंबर १९५२)

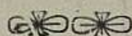
२ बेसेलीव्हर, ई. बी; 'इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट,' न्यूयॉर्कः मॅक् ग्रॉ–हिल बुक कं; इन्का., (१९५२) पा. १०७

३ 'इंडस्ट्रियल स्टॅटिस्टिक्स', उद्योग कर्त्यांची उत्पादन संगणना, १९५४, खंड २ रा, ब्यूरो ऑफ सेन्सस युनायटेड स्टेट्स व्यापार विभाग, वॉशिंग्टन, डी. सी.

४ मेड्बरी एछ. (ed); 'दि मॅन्युफॅक्चर ऑफ बॉटल्ड कार्बोनेटेड बीव्हरेजेस,' वॉशि-ग्टन, डी. सी; अमेरिकन बॉटलर्स ऑफ कार्बोनिटेड बीव्हरेजेंस, सुधारित आवृत्ति, (१९४५)

५ मॉर्गन, आर; बीव्हरेज मॅन्युफॅक्चर, लंडनः अॅट्वुड अँड कं; लि; (१९३८)

६ पोर्जेस, आर., आणि ई. जे. स्ट्रझेस्की, 'वेस्ट्स फ्रॉम दी सॉफ्ट ड्रिंक बॉट्लिंग इंडस्ट्री' जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचे नियतकालिक, ३३, २, १६०–१७५ (फेब्रुवारी १९६१) १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९६०) पा. ३३१.



: २३ :

सामग्री उद्योग

ह्या पाठातील सामग्री उत्पादन करणारे उद्योग, उपपदार्थ खाण्याजोगे नसल्याने, अन्न–प्रक्रिया उद्योगापासून; वस्त्रप्रावरण नसल्याने कापड उद्योगापासून; आणि विशिष्ट प्रकारची रसायने अथवा तत्संबंधी पदार्थ नसल्याने रासायनिक उद्योगापासून; भिन्न समजण्यात आले आहेत. सामग्री उद्योगांचे खालील तीन गट पडतात. १) काष्ट तंतू (कागदाचा लगदा व अप–शिष्टे आणि छायाचित्रींय अपशिष्टे), २) धातू (पोलाद आणि अन्य धातुंच्या संयंत्रातील अपशिष्टे, धातूवरील गिलिटकाम आणि लोखंडाच्या ओतकामातील अपशिष्टे); आणि ३) द्रव-प्रक्रिया (तेल शुद्धीकरण, रबर, कांच–उत्पादन, आणि नौका भांडार, यांतील अपशिष्टे.

काष्ट–तंतू–उद्योग –

आपल्या अर्थ व्यवस्थेतील लगदा व कागद तयार करण्याचा उद्योग हा पांचव्या क्रमाचा सर्वात मोठा उद्योग आहे आणि त्याच्या विस्तारण वेगाचा क्रमांक तिसरा आहे (१४६). त्यातील पदार्थांची दर डोई मागणी जवळ जवळ ४०० पौंड आहे. ४० राज्यांतील १००० पेक्षा जास्त गिरण्यांत विविध प्रकारच्या कागद आणि कागदी पुठ्ठ्यांचे विस्तृत प्रमाणात उत्पादन होते आणि एकूण वार्षिक उत्पादन ३० दशलक्ष टनांपेक्षा जास्त आहे. ह्या उद्योगांत दररोज ४००० द. ल. गॅलन पाणी वापरण्यात येते आणि पाण्याचा वापर सुमारे ४० द. ल, लोकांच्या वापराइतका आहे. (हे आकडे १९५९ सालातील आहेत.)

वस्त्रोत्पादनाप्रमाणेच कागद तयार करण्याचे काम दोन अवस्थात विभागता येते. लाकडा पासून लगदा बनविणे आणि अंतिम कागदी पदार्थ तयार करणे. लगदा करण्याच्या अवस्थेत सामान्यपणे वापरली जाणारी कच्ची द्रव्ये, लाकूड कापूस अगर कापडाच्या चिंध्या, गवत, काड्या, एक्सपर्टो गवत, सन, ताग, अथवा टाकाऊ गवत, ही असतात. या पदार्थांचे तंतूत रूपां-तर करण्यात येते आणि ते तंतू परिष्कृत करण्यात येतात; कधी कधी त्यांचे विरंजन करण्यात येते आणि शुष्कन केले जाते.

जेथे अनेक वेळा एकाच संयंत्रात लगदा प्रक्रियेशी समाकलन केलेले असते अशा कागद गिरणीत लगदा एकत्र केला जातो आणि त्यात पूरक द्रव्ये घालून नंतर अंतिम सफाई द्रव्ये मिसळून बनलेल्या तयार पदार्थापासून तक्ते बनविण्यात येतात.

सामान्यतः पूरक द्रव्ये म्हणून चिकणमाती सगजिरे, जिप्सम वापरली जातात. वापरल्या जाणाऱ्या लगद्याचे खालील चार मुख्य प्रकार आहेत. १) दळलेले लाकूड, २) सोडा, ३) क्रॅफ्ट (सल्फेट), व ४) सल्फाईट म्हणून तंतू-उद्योगात, लगदा–गिरणीतील व कागद गिरणीतील अशी दोन अपशिष्टे निर्माण होतात. लगदा-गिरणीतील अपशिष्टे, दळण, पाचित्र पाचन, धावन, विरंजन, दृढीकरण, निर्कज्जलीकरण, व तंतुनिःशेषण, यांच्यापासून निर्माण होतात ह्या अप-शिष्टात, सल्फाईट द्रव, सूक्ष्म लगदा, विरंजक रसायने, मरकॅप्टन (एक रसायन), सोडियम सल्फाईड, कार्बोनेटे, व हायड्रॉक्साइडे, खळ, केसीन, शाई, रंग, मेण, ग्रीज, तेले आणि तंतू असतात. रसायनांचे पुनःप्रापण, समानीकरण, अवसादन, नियंत्रित तनुकरण, किलाटन, खांज-णीकरण, जैवी ऑक्सीकरण, बाष्पन फवारणी शुष्कन, ज्वलन आणि कांहीसे आंबवण करणे हे त्या अपशिष्टावरील मुख्य उपचार आहेत.

कागद गिरणीतील अपशिष्टांचा उदभव पाण्यातून होतो. हे पाणी चाळणीच्या तारांतून, आणि कागद यंत्राच्या नमद्यातून. कुंटण्याच्या उपकरणांतून, नियंत्रण व मिश्रण टाक्यांतून, आणि जाळ्यांतून वाहून जाते. कागद-यंत्रातील अपशिष्टांत (धवल जले), सूक्ष्म तंतू, खळ, रग, आणि इतर भारण द्रव्ये असतात. धवल जलाचे पुनःप्रापण. अवस्थापन आणि निर्वात निस्यंदन, तरंगण आणि क्लोरिनीकरण करून अपशिष्टावर उपचार करण्यात येतात.

२३-१. लगदा आणि कागद–गिरणीतील अपशिष्टांचा उद्‌भव–

कागद बनविण्यातून होणाऱ्या प्रदूषणाचा मोठा भाग लगदा बनविण्याच्या प्रक्रियांतून निर्माण होतो. यांत्रिकी अथवा रासायनिक साधनांपैकी एकाने कच्च्या द्रव्यांचे तंतुमय लगद्यात रूपांतर होते. लाकूड आल्यानंतर यंत्र अगर द्रवीय साधनाने त्याची साल प्रथम काढण्यात येते

आणि शिजवण्याकरता त्याचे तुकडे करण्यात येतात. यंत्रसहाय्याने तयार केलेला लगदा (दळलेले लाकूड) मोठ्या एमरी अथवा वालुकाश्म चाकांवर लाकूड दळून तयार केला जातो आणि नंतर पाण्याच्या सहाय्याने चाळण्यांतून पार करण्यात येतो. सामान्यतः अशा प्रकारचा लगदा उच्च प्रमाणात रंगित व कमी प्रतीचा असतो व तुलनेने त्यातील तंतू अखूड असतात. त्याचा वापर मुख्यतः टिकाऊ नसणाऱ्या कागदाच्या वर्तमानपत्रासारख्या वस्तू तयार करण्यासाठी केला जातो. सालीच्या गाळलेल्या निःस्त्रावात तिचे व लाकडाचे सूक्ष्म कण आणि काही विलीन घनपदार्थ असतात. लाकडाच्या तयारीतील अवशिष्टांची अतिरिक्त उद्‌भवस्थाने, जाळून टाकण्यापूर्वीचे टाकाऊ पदार्थांचे आणि फरशीवरील पाण्याचे निःसारण ही असतात.

रासायनिकतया तयार केलेले लगदे, यंत्रनिर्मित लगद्याच्यांशी तुलना केली असता, सामान्यपणे, सोडा, सल्फेट (क्रॅप्ट) अगर सल्फाईट प्रक्रिया करून, बनविण्यात येतात. अर्ध रासायनी प्रक्रियासुद्धा हल्ली वापरण्यात येते; तिच्यासंबंधी नंतर चर्चा करण्यात येईल. (ओघाओघाने हे सांगितले पाहिजे की, सल्फेट–लगद्याचे विरंजन सहजासहजी होत नाही, आणि म्हणून त्याचा वापर सामान्यतः पिंगट अथवा इतर रंगाच्या गुंडाळण्याचा कागद तयार करण्यासाठी केला जातो).या सर्व पद्धतीत, दळलेल्या लाकडाप्रमाणे, तुकडे करून लाकूड तयार केले जाते आणि धूळ नाहीशी करण्यासाठी त्याचे चाळण केले जाते.म्हणून तुकड्यांचे पाचन करण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या रसायनांच्या बाबतीतच फक्त रासायनिक प्रक्रिया एकमेकापासून भिन्न असतात

पॉप्लरसारख्या नरम लाकडावर सोडा–प्रक्रिया करून सामान्यतः उपचार केले जातात. सुमारे ४ कॉर्डस तुकड्यांनी भरलेल्या पाचित्रात सोडा अॅश (Na_2CO_3) आणि चुना ($Ca(OH)_2$), यांचे मिश्रण घालण्यात येते आणि वाफेवर सुमारे ६ तास संपूर्ण मिश्रण उकळण्यात येते; या पाचनाने लिग्नीन व रेझीनसारखी सेल्यूलोजयुक्त नसलेली बंधक द्रव्ये तंतूंच्या पासून विघटित अथवा अलग होतात. मात्र तंतूवरील हा उपचार कठोर असतो आणि परिणामतः त्यांची शक्ति कमी होते.

क्रॅफ्ट आणि सल्फाईट हे दोन्ही प्रकारचे लगदे तयार करण्यासाठी शंकुल (coniferous) लाकडाचा उपयोग केला जातो. सल्फाईट प्रक्रियेत सोडियम सल्फाईड, हायड्रॉक्साईड, सल्फेट आणि कार्बोनेटच्या मिश्रणाचे ५ ते ६ तासांच्या अल्प कालावधीत पचन करावे लागते. लिग्नीन आणि सेल्यूलोजयुक्त नसलेली द्रव्ये विरघळवण्यात येतात आणि त्यातून कागद तयार करण्याचा अधिक बळकट तंतू शिल्लक रहातो. ३००^{0}F तपमानापेक्षा जास्त तपमानात व ७० पौंड बाष्प दाब देऊन कॅलशियम बायसल्फाईटसह शिजवून सल्फाईट लगदा तयार करण्यात येतो. पाचनानंतर रासायनिकतया बनविलेला लाकडाचा लगदा झाकलेल्या फुकगर्तेत (blow pit) फुंक-

ण्यात येतो; तेथील काळा द्रव मलवाहिनीत अगर पुनःप्रापण प्रक्रियाकरिता वाहू दिला जातो निःसारित लगदा नंतर धुण्यात येतो. नंतर धावन जलेसुद्धा वाया जाऊ देण्यात येतात वा पुनः वापरण्यात येतात, अगर पुनःप्रापण कार्यात सोडून देण्यात येतात. धुतलेला लगदा, त्यातील गाठी आणि अन्य विघटन न झालेले द्रव्य काढून टाकण्याकरता कोणत्यातरी परिष्करण–यंत्रातून काढून घेण्यात येतो. डेकर या नावाच्या नळकांड्याच्या आकाराच्या लगद्याच्या मार्गातील फिरत असलेल्या एका आडव्या पडद्यातून लगद्याचे अंशतः निर्जलीकरण करण्यात येते; नंतर विरंजन टाक्यांत तो लगदा सोडण्यात येतो व तेथे कॅल्शियम हायपोक्लोराईट अथवा हायड्रोजन पेरॉक्साईडच्या गरम पातळ द्रावणात मिसळण्यात येतो. सुकविलेला विरंजित लगदा नंतर विक्रीकरता अथवा कागद–गिरणीत पाठविण्याकरता तयार होतो.

कागद बनविण्याच्या प्रक्रियेत प्रथमतः (लाकूड, चिंध्या, सन, ताग, जुनी वृतपत्रे, इत्या–दींच्या) लगद्यांच्या सुयोग्य मिश्रणाची निवड करावी लागते. लगद्याचे मिश्रण विघटित करून ते उखळीत कुटून मिश्रित केले जाते व त्यात अंतिम कागदी पदार्थांचा दर्जा सुधारण्यासाठी वेगवेगळे पूरक आणि रंग मिसळण्यात येतात, आणि कागदातील छिद्रे भरण्यासाठी पांजणी करण्यात येते. उखळी ही एक अनिवार्यतः लांबट टाकी असते व तीत एक फिरणारे नळकांडे बस–विलेले असते. गाठी असलेल्या व गुंता झालेल्या तंतूंची फोड करून टाकीतील संपूर्ण अतर्वस्तुंचे काटेकोरपणे मिश्रण व्हावे म्हणून या फिरणाऱ्या नळकांड्यावर बोथट सुऱ्या बसविलेल्या असतात. रसायने मिसळण्यापूर्वी कधी कधी आणि नंतर गाठी असलेले तंतू फोडण्यापूर्वी कधीकधी "फोड उखळीत" (breaker beater) लगदा धुण्यात येतो. धुण्याने सुरवातीला काहीसे तीव्र असे अपशिष्ट निर्माण होते पण जसजशी धुण्याची क्रिया चालू राहते तसतसे क्रमशः त्याचे तनुकरण होत जाते. कुटल्यानंतर सामान्यपणे लगद्याचे जॉर्डनमध्ये परिष्करण करण्यात येते. जॉर्डन हे एक यांत्रिकी साधन असते आणि त्यात एक पोकळ कोन असतो त्याच्या आतल्या पृष्ठभागावर प्रक्षेपी (projecting) सुऱ्या बसविलेल्या असतात. तशाच प्रकारच्या सुऱ्या बाहेरील पृष्ठभागावर बसविलेल्या, शीघ्र गतीने फिरणाऱ्या एका समायोजनीय कोनावर हा पोकळ कोन बसविलेला असतो. ह्या यंत्रात इष्ट अशा अंतिम आकारात तंतू कापण्यात येतात. नंतर ते असन पेटीत (stuffing box) सोडण्यात येतात; तेथे ते साठवून व मिसळून कागद तयार करण्यासाठी लागणाऱ्या योग्य एकसारख्या संघनतेसाठी त्यांचे समायोजन केले जाते. शेवटी गोळे अगर श्लेष्म डाग काढून टाकण्यासाठी लगदा गाळण्यात येतो नाही तर अंतिम कागदाचा दर्जा खालावतो.

नंतर फोरड्रायनिअर बांध या नावांच्या सूक्ष्म तारेच्या जाळीच्या फिरत्या पट्ट्यावर, शीर्ष पेटीमधून, सारख्या प्रमाणात लगदा पसरण्यात येतो आणि रूळाकडे नेण्यात येतो. लगद्या–

तील पाण्याचा बराचसा भाग या जाळीतून निघून जातो आणि तारेवर तंतू चटईसारखे पसरले जातात. पाण्याबरोबर सूक्ष्म तंतूचा बराच अंश आणि कांही पूरकही चाळणीच्या तारामधून निघून जातात. त्याच्या रंगामुळे ह्या अपशिष्ट जलास पांढरे पाणी असे म्हणतात रूळांच्या मालिकेमधून कागदी चटई खालील प्रमाणे जाते. विषमपणा नाहीसा होण्यासाठी तारेच्या शेवटी चाळण रूळ, अधिक पाणी शोषून घेण्यासाठी चूषण रूळ, उरलेले बरेचसे पाणी कागदातून काढून घेण्यासाठी दाब व शुष्कन रूळ आणि शेवटी ज्यातून अंतिम आकाराचा कागद तयार होतो ते सफाई रूळ (कॅलेंडर्स), छपाईचा कागद, वृत्तपत्रांचा कागद, वेष्टनी कागद, चर्मपत्री कागद, लेखन कागद, टीप कागद, उतक (tissue) कागद, आणि अपारगम्य खाद्य वेष्टनी कागद अशा अनेक कार्यांत अंतिम उत्पादनाचा उपयोग करण्यात येतो.

लगदा–गिरण्यांतील अपशिष्टांची प्रमुख उत्पत्तिस्थाने पाचित्र द्रव, कागद–गिरण्यातील अपशिष्टांच्या उखळचा व कागद यंत्रे ही असतात. सामान्यतः तंतूची हानि ३ टक्के वा त्यापेक्षा कमी होते. तथाकथित 'बंदव्यवस्थेत' (closed system) जेथें पांढऱ्या पाण्याचे पुनराभिसरण आणि पुनरुपयोग केला जातो तेथे, तंतूची हानि ०.१ टक्क्या इतकी कमी करणे शक्य होते. तथापि, हानीची पातळी इतकी कमी असतानासुद्धा, दर दिवशी तंतूंच्यावर मोट्या प्रमाणात प्रक्रिया करण्यात येत असल्याने हानि गण्य असते. दर टन पदार्थांमागे प्रस्त्रावित झालेल्या अप–शिष्ट–राशीची कल्पना को. २३–१ वरून येईल.

नरम पोत असलेले लाकूड अधिकाधीक दुर्मिळ होऊ लागल्याने अलिकडे कठीण लाक–डाचा वापर वाढू लागला आहे अर्ध रसायनी लगदाकरण या नावांने ओळखली जाणारी लगदा करण्याची आणखी एक पद्धत, मुख्यतः या लाकडाकरता विकसित करण्यात आली आहे. तुल–नेने सौम्य रासायनिक परिस्थितीत पाचन करून हा लगदा तयार केला जातो; त्यावेळी लाकूड फक्त मऊ करण्यात यते पण त्याचा पूर्णपणे लगदा होत नाही, आणि प्रत्यक्ष लगदा नंतर यांत्रिकी साधनांनी बनविण्यात येतो. कागदी पेट्या करण्याचे पुठ्ठे आणि खरबरीत वेष्टनी कागदाकरता मुख्यतः या पदार्थांचा उपयोग केला जातो. 'अर्धरसायन' हे नांव उदासीन सोडि–यम सल्फाईट वापरून शिजविण्याच्या पद्धतींना मुख्यतः देण्यात आले आहे. तथापि शिजविण्याने किंचित अम्ल अथवा pH ची आधार मूल्ये प्राप्त होणाऱ्या व अर्ध सल्फेट व अर्ध सोडा, यांचा वापर करण्यात येत असलेल्या शिजविण्याच्या अन्य पद्धतींनासुद्धा अर्ध रसायन लगदाकरण असे कधीकधी संबोधण्यात येते.

२३-२. लगदा व कागद गिरण्यातील अपशिष्टांचे गुणधर्म

चार प्रकारचे लगदे तयार करताना काहीशी भिन्न अशी अपशिष्टे निर्माण होत असल्याने प्रत्येकाचा स्वतंत्रपणे विचार केला पाहिजे गेहमने (२७३) दळलेल्या लाकडाच्या अपशिष्टांचे सामान्य गुणधर्म (को. २३-२) सादर केले आहेत. ओहायओ नदीच्या अभ्यासात लगदा आणि कागदाच्या सर्व प्रकार या अपशिष्टांचे नमुनेदार विश्लेषण (को. २२-३) केले आहे. तसेच गेहमने (२७३) विरंजन न केलेल्या आधुनिक क्रॅफ्ट (सल्फट) गिरण्यातील संयुक्त निःस्त्रावाच्या २४ तासात घेतलेल्या एकत्रित नमुन्याचे केलेले विश्लेषण (को. २४-४) दिले आहे

कोष्टक २३-१

कागदाच्या दर एक टन पदार्थाचा सरासरी अपशिष्ट-प्रस्त्राव*

पदार्थ	अपशिष्ट गॅलन
लगदा गिरण्या	
दळलेले लाकूड	५०००
सोडा	८५०००
सल्फेट (क्रॅफ्ट)	६४०००
सल्फाईट	६००००
संकीर्ण कागद	
विरंजन न केलेला	३९०००
विरंजनासह	४७०००
कागदी पुठ्ठे	१४०००
गवती पुठ्ठे	२६०००
विकज्जलीकरण वापरलेला कागद	८३०००

* "इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड" मधून; ओहायओ नदी प्रदूषण नियंत्रण सर्वेक्षण, पुरवणी D, युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, १९४३.

मोगिओचे (२०७) असे म्हणणे आहे की, विद्यमान क्रॅफ्ट गिरण्यातून त्या कार्यक्षमपणे चालू असताना दर टन लगदा शिजविण्याच्या द्रव्याच्या समतुल्य १०० पौंडापेक्षा जास्त Na_2SO_4 नसलेला निःस्राव वाहून जातो. त्याचा असाही दावा आहे की, दर टन लगद्या-करता अविरंजीत क्रॅफ्टसाठी २०००० ते ३०००० गॅलन आणि विरंजित क्रॅफ्टसाठी ४००० ते ६००० गॅलन पाणी वापरण्यात येते विरंजित करण्याच्या पद्धतीनुसार निःस्रावाचे गुणधर्म काहीसे बदलते असतात. तरंगते घनपदार्थ २० ते ६० ppm च्या व्याप्तीत असतात; त्यात मुख्यत: (एकूण घनपदार्थाच्या सुमारे ०.५ प्रतिशत्) तंतू असतात,. विलीन घनपदार्थाच्या सांद्रणाची व्याप्ती १००० ते १५००ppm असते व त्यापैकी ६० प्रतिशत् राख असते; BOD ची मुल्ये १०० ते २७० च्या मर्यादित अथवा दर टन पदार्थास २० ते ४० पौंड असतात, निःस्रा-वाचा रंग कॉफीसारखा असतो आणि त्याचे वर्णमूल्य सुमारे ५०० असते. क्रॅफ्टचा लगदा तयार करण्याची प्रक्रिया आणि जलसंतुलन याचे नमुनेदार प्रवाह-तक्ते आ. २३-१ व २३-२ मध्ये दिले आहेत.

गेहम= (२७३) असे म्हणणे आहे की, सोडा-लगदा-करण-प्रक्रिया क्रॅफ्टच्या सारख्याच असल्याने निःस्राव सुद्धा एकसमान असतात. एकच तत्वाचा फरक हा असतो कीं, लाकूड शिज-विण्याकरता NaOH अथवा Na_2S चे मंद सांद्रण सोडा-प्रक्रियेत वापरले जाते. म्हणून सोडयात शिजविलेल्या पदांर्थात सल्फरचे सांद्रण कमी असते.

कोष्टक २३-२

लाकूड तयार करण्याच्या अपशिष्टांचे नमुनेदार विश्लेषण

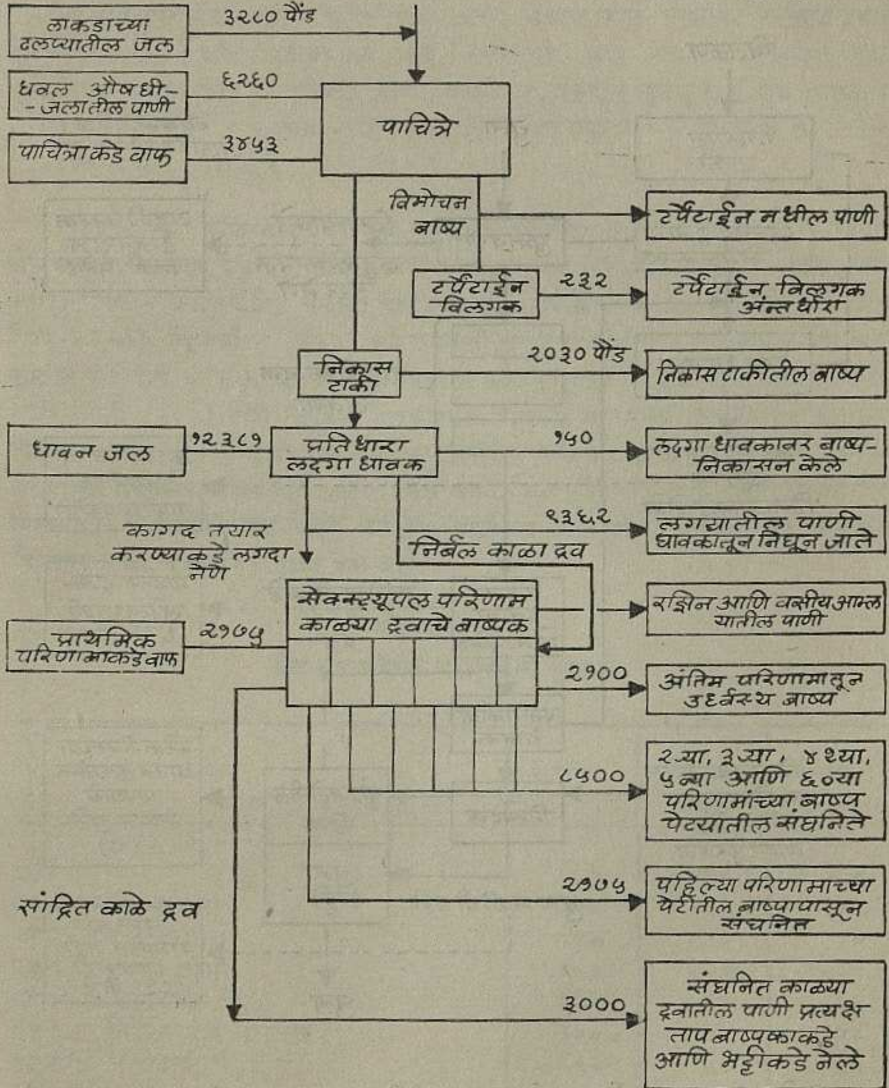
गुणधर्म	ppm
एकूण घनपदार्थ	११६०
तरंगते घनपदार्थ	६००
तरंगणारे रक्षामय घनपदार्थ	६०
विलीन घनपदार्थ	५६०
रक्षाविलीन घनपदार्थ	२४०
BOD, ५-दिवस	२५०

अपयुक्त (Spent) सल्फाईट द्रवाची सरासरी दर टन लगद्यास सुमारे ३०० गॅलन असते. लगदा-काष्टापैकी निम्मे घनपदार्थ असणारे उच्च प्रमाणात संक्षारक पातळ द्रावण अशा अप-युक्त-सल्फाईट-द्रव अपशिष्टाची व्याख्या केली आहे (२८). या घन पदार्थात ६५ टक्क्याइतके लिग्नोसल्फॉनिक अम्ल, २० टक्के लघुकरण शर्करा, ८.४ टक्के शर्करा-सल्फर डाय ऑक्साईडची व्युत्पन्न द्रवे (derivatives), आणि ६.७ टक्के कॅल्शियम असू शकते. पाचित्रातून काढून घेत-लेल्या अपयुक्त सल्फाईट द्रवातील घनपदार्थांचे सांद्रण ६ ते १६ टक्क्याइतके बदलते असते आणि त्यात लगद्याच्या दर टनाला ४०० पासून ६०० पौंड (किंवा त्यापेक्षा जास्त) BOD असू शकतो. सल्फरच्या संयुगात "तात्कालिक ऑक्सिजन मागणी असते व ती ५ दिवसाच्या सुमारे ११ टक्के BOD स जबाबदार असते. या शर्करा (हेक्सोजेस व पेंटोजेस) सुमारे ६५ टक्के BOD चे प्रतिनिधित्व करतात. जरी ह्या अपशिष्टातील निम्म्यापेक्षा जास्त घनपदार्थांस

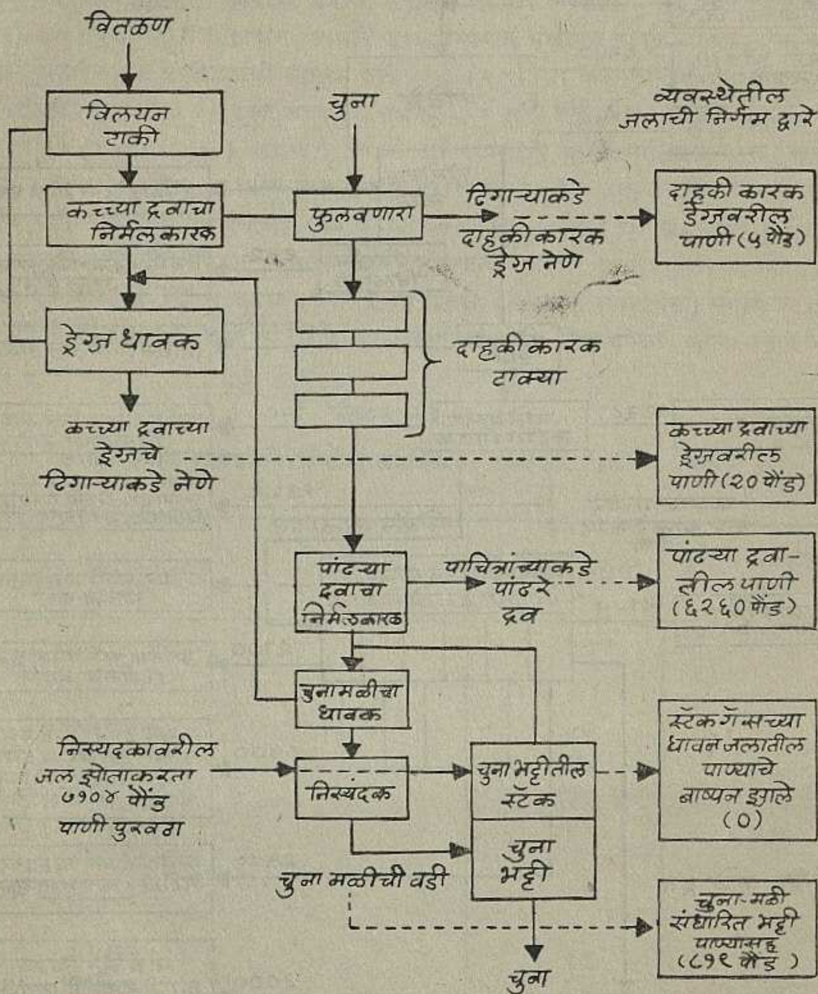
कोष्टक २३-३

लगदा-आणि कागद-गिरणीतील अपशिष्टांचे नमुनेदार वैश्लेषिक निष्कर्ष :

पदार्थ	BOD, ppm	तरंगते घनपदार्थ ppm
लगदा		
दळलेले लाकूड	६४५	
सोडा	११०	१७२०
सल्फेट (क्रॅफ्ट)	१२३	
सल्फाईट	४४३	
संकीर्ण कागद		
अविरंजित	१९	४५२
विरंजित	२४	१५६
कागदी पुठ्ठा	१२१	६६०
गवती पुठ्ठा	९६५	१७९०
विकज्जलीकरण वापरलेला कागद	३००	



आकृति २३–१. क्रॅफ्ट–लगदा तयार करण्याच्या प्रक्रियेतील जल–सन्तुलनाचा प्रक्रिया–प्रवाह आरेख (वातशुष्क लगद्याच्या दर टनास राशि पौंडात आहेत; मॅक् डर्मटप्रमाणे (१९४)



आकृति २३–२. रासायनिक पुनर्गठन व्यवस्थेतील जल–सन्तुलन (वातशुष्क लगद्याच्या दर टनास पौंडात राशि; मॅक् डार्मेटप्रमाणे (१९४))

लिग्नीन जबाबदार असले तरी ते फारच थोडा BOD संप्राप्त करते. सल्फाईट अपशिष्ट द्रवाचे हॅस्किन्सने (२६४) अति जटील द्रव असे वर्णन केले आहे. द्रवातील महत्वाचे घटक मुक्त आणि संयुक्त SO_2, बाष्पशील आम्ले, अल्कोहोल, असेटोन, फुरफुरल (एक रसायन), शर्करा आणि लिग्नीन हे असतात. ह्या अपशिष्टांचे अधिक तपशीलवार विश्लेषण को २३–५ व २३–६ त सादर केले आहे.

१९४७ मध्ये क्रॉफर्डने (६६) एका नमुनेदार अर्धरासायनी लगदा करणाच्या गिरणीतील अपशिष्टांचे विश्लेषण केले होते. ह्या गिरणीत देवदार अर्ध सोडयात शिजवून त्यात कठीण लाकूड मिसळले, आणि टॅनिक अर्कक्रृत चेस्टनटचे तुकडे उदासीन अवस्थेत शिजविण्यात आले (को–२३–७). व्हिलकॉटने (२६६) अर्धरासायनी सोडा लगदाकरणातील अपशिष्टाच्या घटकांतील घनपदार्थ आणि BOD च्या विश्लेषणाची फोड (२३–८) सादर केली आहे. रुडॉल्फस आणि नेमेरो (२८१) यांनी चिपबोर्ड गिरण्यांतील पांढऱ्या पाण्याच्या अपशिष्टाचे नमुनेदार विश्लेषण (को. २३-९) सादर केले आहे. लाकडाखेरीज अन्य कच्च्या द्रव्यापासून तयार केलेल्या लगद्याच्या अपशिष्टाचे विश्लेषण काहीसे भिन्न असते. ब्लडगुडने (३१५) गवती पुठ्ठयाच्या गिरणीतील अपशिष्टाचे आठ महिने दररोज घेतलेल्या चांचण्यांच्या सर्वेक्षणावर आधारीत विश्लेषण (को. २३–१०) सादर केले आहे.

कोष्टक २३–४
क्रॅफ्ट–गिरणीतील अपशिष्टांचे गुणधर्म

गुणधर्म	कमाल	किमान	सरासरी
pH	९.५	७.६	८.२
एकूण क्षारता, ppm	३००	१००	१७५
फेनॉल क्षारता, ppm	५०	०	०
एकूण घनपदार्थ, ppm	२०००	८००	१२००
बाष्पशील घनपदार्थ, %	७५	६०	६५
एकूण तरंगते घनपदार्थ, ppm	३००	७५	१५०
बाष्पशील घनपदार्थ, %	९०	८०	८५
BOD, ५–दिवस, ppm	३५०	१००	१७५
रंग, ppm	५००	१००	२५०

कोष्टक २३-५

सल्फाईट-अपशिष्ट द्रवातील महत्वाच्या घटकांचे संबंध (२६४)

घटक	अतिशुष्कतेच्या आधारावर एकूण घनपदार्थांची टक्केवारी
लिग्नीन	५१.६
शर्करा	१६.९
सल्फा	९.१५
कॅल्शियम	४.५

कोष्टक २३-६

नमुनेदार सल्फाईट लगदा-संयंत्रातील अपशिष्टाची बनावट

घटक	पाचित्र द्रव, ppm	फुक-गर्जा द्रव, ppm
एकूण घनपदार्थ	१११९००	३८७००
बाष्पशील घनपदार्थ	१०१०००	३४०००
राख	१०१००	४७००
कॅल्शियम	३९९०	१५५०
एकूण सल्फेट	३१२००	८६२०
BOD, २०-दिवस	४२९००	

कोष्टक २३–७

अर्धरासायनी पुठ्ठ्याच्या उत्पादनातील महत्वाची अपशिष्टे (६६)

गुणधर्म	ग्लोब–पाचित्र फुक (blow)	धावन निःस्त्राव	यंत्र निःस्त्राव
राशि, गॅलन/दिवस	२४०००	२००००००	८६४०००
एकूण घनपदार्थ, ppm	१०२३००	४५९३	६५८
स्थिर घनपदार्थ, ppm	३५०००	१५४७	१६६
बाष्पशील घनपदार्थ, ppm	६७३००	३०४६	४९२
एकूण घनपदार्थ, टन/दिवस	१०.८	३८.३	२४
रंग, ppm	१६५०००	१२०००	५००
एकूणांची टक्केवारी	१३.८	८४.७	१.५
BOD, ५–दिवस. पौंड/दिवस	१९४०	१६४४०	२३०

कोष्टक २३–८

अर्ध रासायनी सोडा–लगदाकरण अपशिष्टातील घनपदार्थ व BOD चे विश्लेषण (२६६)

	प्रत्येक घटकास लागू असलेली टक्केवारी	
	एकूण घनपदार्थ, %	BOD %
पेंटो सॅन्स	५.७	१८.९
$NaHCO_3$	११.५	०.०
$NaC_2H_3O_2$	२६ १	५६.७
सोडियम फॉर्मेट	६.८	४.२
लिग्नीन	१४.९	*
पेंटोसॅन्स सोडून इतर जलपदार्थाचा जल-विश्लेषणीय (hyodrolyzable) अंश	५.४	*
एकूण	७०.४	७९.२

* ५ – दिवसाच्या BOD चे मूल्य शंकास्पद.

कोष्टक २३-९

चिपबोर्ड गिरणीतील पांढऱ्या पाण्याच्या अपशिष्टाचे विश्लेषण (२८१)

गुणधर्म	मूल्य अथवा सांद्रण
pH	७.०
क्षारता, ppm $CaCo_3$	११८
तरंगते घनपदार्थ, ppm	८४०
स्थिर घनपदार्थ, %	११.९
बाष्पशील घनपदार्थ %	८८.१
एकूण घनपदार्थ, ppm	२१८०
राख, ppm	१९.३
बाष्पशील एकूण घनपदार्थ %	८०.७
विलीन घनपदार्थ, एकूणांची टक्केवारी	६१.५
BOD ppm *	१००–४००

* रुडॉल्फ्स आणि अॅक्स यांचे कडून (२७७)

कोष्टक २३–१०

एकूण गवती पुठ्ठ्यातील अपशिष्टाचे विश्लेषण (३१५)

गुणधर्म	रोजचे कमाल	रोजचे किमान	८-महिन्याची सरासरी
एकूण घनपदार्थ, ppm	४९००	२०००	३६९१
एकूण बाष्पशील घनपदार्थ, ppm	४१००	११००	२५०२
प्रतिशत्			६७.७
एकूण तरंगते घनपदार्थ, ppm	२१९०	४८४	१३६९
तरंगणारे बाष्पशील घनपदार्थ, ppm	१५९०	३२०	९०९
प्रतिशत्			६६.५
BOD, ppm	१३७२	४०९	९५५

कोष्टक २३–११

चिंध्या, दोर, आणि तागाच्या गिरणीतील अपशिष्टे (२८०)

गुणधर्म	ताग		दोर		चिंध्या	
	शिजवणे	धुणे	शिजवणे	धुणे	शिजवणे	धुणे
pH	१२	११.२	१०.८	८.७	१२	८.१
ppm $CaCO_3$ म्हणून क्षारता	२८५०	५७४	१८०००	३५०	३१६५५	२६४
BOD, ppm	३३८१	३८५	१२१२५	१२५०	२९२२५	५२६
एकूण घनपदार्थ ppm	७२००	१३००	४५०००	११००	९६०००	२२००
एकूण बाष्पशील घनपदार्थ%	५६	५६	५६	६४	६४	५४
विलीन घनपदार्थ%	८२	६५	९५	५९	९३	७३
एकूण नायट्रोजन, ppm	१२६	६	१५७	२१	१२७०	४४
BOD: एकूण नायट्रोजन	२.७:१	६५ : १	८८ : १	६०:१	२३ : १	१२:१

कोष्टक २३–१२

ताग, दोर, आणि चिंध्या शिजविणाऱ्या थंड पाण्यात विरघळणाऱ्या द्रवातील घनपदार्थांची फोड (२८०)

शिजलेल्या अपशिष्टाचा प्रकार	थंड पाण्यातील एकूण घनपदार्थ, ppm	बाष्पशील द्रव्य, %	थंड पाण्यातील बाष्पशील द्रव्याचे घटक, बाष्पशील द्रव्याच्या टक्केवारीत					
			Co_2	ग्रीज	लिग्नीन	HAC म्हणून बाष्पशील अम्ले	मिश्र पॉली-सॅकेराइड्स	प्रथिन, एकूण N X६.२५
ताग	५५४०	६८.८	३०.०	०	२१.८	४०.९	१०.९	४.५
दोर	३७०००	५४.३	२५.४	०	३९४	१४.८	१०.६	६.४
चिंध्या	८५८००	५८.४	२४.६	७.६	२४.३	१०.४	३.६	३.८

चिंध्या, दोर आणि तागाच्या गिरणीतील शिजवणारे द्रव, व उखळीतील धावनजल अपशिष्ट, यांचे महत्वाचे स्वास्थ्यविषयक गुणधर्म रुडॅल्फ्स व नेमेरोने (को. २३–११) सादर केले आहेत, आणि शिजवण्याच्या द्रवांचे आणखी रासायनिक विश्लेषण को. २१–१२ त केले आहे. १९४६ मध्यें लगदा आणि कागद गिरण्यांच्या विस्कॉन्सिन राज्यातील सर्वेक्षणावरुन सर्व प्रकारच्या लगदा व कागद बनविण्याच्या यंत्रातील अपशिष्टातील व्यापक वेगळेपणा दिसून आला (को. २३–१३).

२३-३ लगदा–आणि कागद – गिरणीतील अपशिष्टे

लगदा आणि कागद गिरणीतील अपशिष्टांवर खालील पद्धतीनी उपचार करण्यात येतात: (१) पुनः प्रापण (२) तरंगणारे द्रव्य काढून टाकण्याकरता अवसादन व तरंगण, (३) रंग नाहीसा करण्याकरता रासायनिक अवक्षेपण, (४) ऑक्सिजनची मागणी करणारे द्रव्य काढून टाकण्याकरता उत्प्रेरित अवमल, (५) साठवण, अवस्थापन, समानीकरण करण्यासाठी आणि कधी कधी सेंद्रीय द्रव्याचे जैवी अवक्रमण (degradation) करण्यासाठी खांजणीकरण.

जरी बऱ्याच प्रमाणात संशोधन आणि अनेक प्रायोगिक संयंत्रावर अन्वेषण करुन त्यांचे अहवाल सादर करण्यात आले असले तरी, कागद गिरणीतील अपशिष्टावरील उपचारण अद्यापी बाल्यावस्थेत आहे. उत्पादन केलेल्या पदार्थावरील खर्चाच्या मानाने उपचारणावरील खर्च बराच जास्त येत असल्याने सर्व संभाव्य बाबींचा सांगोपांग अभ्यास केल्यानंतरच प्रत्यक्ष उपचार करण्याची उपकरणें बसविण्यात येतात. म्हणून खर्चावर पडणाऱ्या मर्यादेमुळे उपचारणापेक्षा पुनःप्रापणावरच जोर देणें उद्योगाला भाग पडते.

कागद गिरणीतील **पुनः प्रापण प्रक्रियांत** बंद अगर अंशतः बंद "सर्व-बचत" (सेव्ह ऑल) यंत्रणेचा वापर करण्याशी संबंध येतो. हे "सेव्हऑल" बसविण्यात येतात ते फक्त अपशिष्ट–उपचारणाचा एक उपाय म्हणून नव्हे तर तंतू व पोषकांच्या पुनःप्राप्तीच्या एक संरक्षणाचा उपाय म्हणूनही. निस्यदन, अवसादन अथवा तरंगण प्रक्रियांवर सेव्ह–ऑलचे मुख्य प्रकार आधारलेले असतात. निस्यंदनाच्या साधनात कोणत्या तरी प्रकारच्या नळकांड्यांच्या आकाराच्या फिरत्या सच्छिद्र जाळ्या बसविलेल्या असतात व त्यांच्यावरुन चटईच्या स्वरुपात तरंगणारे पदार्थ निघून जातात आणि नंतर ते डोलावरुन खरडून काढून कागद बनविण्याच्या संचयी व्यवस्थेत परतविण्यात येतात. कोनाच्या आकाराच्या अगर अन्य अवसादन टाक्यांचाही तरंगणाऱ्या पदार्थांच्या विशिष्ट गुरुत्वातील फरकांचा उपयोग करुन ते वेगळे करण्याकरता अनेक वेळा उप-

योग करण्यात येतो. ९ व्या प्रकरणात पूर्वी चर्चिलेली अवसादनाची सर्व तत्वे ह्या उपचारण-संचांना लागू होतात.

तरंगण – पुनः प्रापण संचात, ९ व्या प्रकरणात चर्चा केल्याप्रमाणेच टाकीच्या पृष्ठभागावर तरंगणाऱ्या चटईच्या स्वरुपात तरंगत असलेले तंतु व अन्य पदार्थ काढून टाकण्यात येतात. ज्या तंतुप्रकाराना तंतुमय अपशिष्टातील विरघळलेल्या हवेच्या सुक्ष्म बुडबुड्यांच्यामुळे उत्प्लावकता आलेली असते व ज्यांची तरगण्याची स्वाभाविक प्रवृत्ति असते अशा ततुप्रकारांकरता ही अतिशय कार्यक्षम पद्धती आहे. दर चौरस इंचास सुमारे ४५ पौंड दाबाखाली अपशिष्ट – जलात सामान्यतः हवा जोरात सोडण्यात येते, आणि वातावरण दाबाखाली अथवा किंचित निर्वात स्थितीत एका उघड्या प्लवनकारी (flotator) टाकीत ते मुक्त करण्यात येते. पुनः प्रापित तरंगत्या घन पदार्थांची पुन प्रापण क्षमता अनेक वेळा ९५ टक्क्यापेक्षा जास्त असते. निर्मलीकृत जलाचे पुनः प्रापण, ह्या पाण्याचे उबळयात, शीर्ष पेटयात, आणि फवाऱ्यात परत पुनराभिसरण करुन, साध्य केले जाते. निर्मलीकृत धवल जलाच्या पुनराभिसरणात एका अडचणीस तोंड द्यावे लागते. ती म्हणजे मिश्रणात आणि उपकरणात, अशा दोन्ही ठिकाणी श्लेष्मवाढ होते. त्यामुळे कागद यंत्राचा वेग कमी होतो आणि उत्पादित कागदाचा दर्जा खालावतो. ह्या वाढीवर नियंत्रण ठेवण्यासाठी क्लोरिनीकरण, सेंद्रीय पारदे (mercurials) आणि (pH व तपमान ह्या) पर्यावरण नियत्रणांचा उपयोग करण्यात येतो. (२८१).

सल्फाईट–लगद्याच्या गिरण्यात वेगवेगळ्या प्रकारच्या पुनःप्रापणाच्या पद्धती वापरण्यात येतात. बाष्पक चालू राहण्यास पुरेशी वाफ निर्माण करण्यासाठी जास्त सल्फाईट–अपशिष्ट द्रवाचे ज्वलन होईल असे उपकरण विकसित वापरण्यात आले आहे (या पद्धतीत विक्रीयोग्य उत्पादन होत नाही, केवळ अपशिष्ट समस्येचे निराकरण होते.) सल्फाईट अपशिष्ट द्रवाच्या पूर्ण बाष्पनाने विक्रीयोग्य उपपदार्थ आणि बाहेरून अतिरिक्त इंधनाचा पुरवठा न करता ज्वलन करता येईल असे जळण तयार होते. ह्या पूर्ण बाष्पन–प्रक्रियेतून क्रोड बंधक (core binder), कीटनाशक, बुरशीनाशक, लिनोलियम सिमेंट, मार्गबंधक, रस्त्याच्या भरावाचा स्थिरिकारक, मृदाकाठिण्यकारक (ceramic bardner), बॉयलर संयुगे, संश्लेषी व्हॅनिलीन, आणि अन्य उपयुक्त पदार्थांचे उत्पादन होते तथापि, ह्या उपपदार्थांच्याशी संबंधित अशी मुख्य समस्या म्हणजे या देशात (या उपपदार्थांपैकी) ५ ते १० टक्क्यापेक्षा जास्त उपपदार्थांचा खप बाजारात होऊ शकला नाही अशी वस्तुस्थितीही आहे. सल्फाईट अपशिष्ट द्रवातील घनपदार्थांचे प्रारंभिक सांद्रण कमी असल्यामुळे बाष्पनास खर्च फार येणें आणि बॉयलरवर पापुद्रे निर्माण होणे, या अडचणींना तोंड द्यावे लागते; म्हणून अशा प्रक्रियेचे परिचालन, अपशिष्ट द्रवांचा वापर करणाऱ्यांना निकटवर्ती असलेल्या गिरण्यापुरतेच मर्यादित असते.

कोष्टक २३–१३

व्हिस्कॉन्सिन राज्यातल्या लगदा आणि कागद गिरण्यातील अपशिष्टांच्या १९४६ मध्ये केलेल्या सर्वेक्षणाचे निष्कर्ष (३३८)

कागद अथवा लगद्याच्या गिरणीचा वापर	अपशिष्ट गॅलन/टन उत्पादित पदार्थ	घनपदार्थ, पौंड/टन उत्पादित पदार्थ			तंतुहानि, उत्पादनाच्या टक्केवारीत	BOD, ५-दिवस लोकसंख्या समतुल्य, माणसे/टन उत्पादित पदार्थ
		स्थिर तरंगणारे	बाष्पशील तरंगणारे	एकूण विलेय		
पुस्तक	१३०७१	२८.८	२२.५	४४.६	०.९	४०
उतक (Tissue)	२३०४८	५.७	३०.४	११३.४	१.५	४७
वेष्टन	२८४३२	१७.९	३१.२	१४६.८	१.६	५६
बाँड	२०४६१	१८.७	५७.२	१०८.६	२.८	११६
ग्लॅसीन	४८७२७	५.३	३२.२	१११.४	१.६	५९
कागदी पुठ्ठा	५६००	०.९	१०.९	२६.३	०.५	११
काळे वॅडिंग	५७४००	१३.२	८६.३	२३२.९	४.३	१५८
चिंध्या आणि विकज्जलीकृत लगदा	४९७९६	१५७.६	१८८.२	९११.६	६.१	४०३
क्रॅफ्ट लगदा	६४८३८	३३.६	६१.२	३२९.८	३.१	४५१
सल्फाईट लगदा	५०४७०	३.७	३३.६	२४१३.८	२.०	२८५७
दळलेल्या लाकडाचा लगदा	२३०२	०.१५	११.२	७.०	०.६	२०

सल्फाईट-अपशिष्ट द्रवाच्या बाष्पीभवनाने प्राप्त होणाऱ्या उपपदार्थाच्या खेरीज, अन्य प्रक्रिया करून इतर मौल्यवान पदार्थ मिळण्याजोगे असतात. एथिल अल्कोहोल उत्पादन करण्यासाठी द्रव आंबवता येते व शुष्क घनपदार्थाच्या दर टनास सुमारे ४० लिटर अल्कोहोलचे उत्पादन करता येते. या प्रक्रियेमुळे केवळ साध्या शर्करा वापरून द्रवातील BCD कमी करत येतो. ह्या अपशिष्टापासून अॅसेटोन व ब्यूटिल अल्कोहोलचेही उत्पादन करता येते व त्यामुळे एकूण BOD चे सुमारे ८२ टक्के लघुकरण होते असे असले तरी १९५० मध्ये युनायटेड स्टेटस मधील फक्त एका गिरणीत सल्फाईट अपशिष्ट द्रवापासून एथिल अल्कोहोलचे उत्पादन केले जात होते. म्हणून ब्लॅकस्ट्रॅप मळी अगर एथिलीन कच्ची द्रव्ये म्हणून वापरल्याने अल्कोहोल तयार करण्यास जो खर्च येतो त्यापेक्षा जास्त खर्च सल्फाईट द्रव अपशिष्ट वापरण्याने येतो ही या प्रक्रियेतील उणीव आहे

द्रव आंबविण्यापासून मिळणारा आणखी एक पदार्थ, जनावरांच्या खाद्यासाठी (वापरला जाणारा) यीस्ट हा आहे. १९४८ मध्ये व्हिस्कॉन्सिन राज्यात ह्या पद्धतीने यीस्टच्या चाऱ्याचे उत्पादन करण्याकरता एक संयंत्र उभारण्यात आले आणि त्यामुळे BOD त ६० ते ७० टक्के घट करता आली. दुर्दैवाने त्याकरता मर्यादित बाजारपेठ असल्याचे आढळून आले कारण, सुराकर्मशालांतील यीस्टशी या पद्धतीतील यीस्टला सामना करावा लागला. जनावरांचे खाद्य म्हणून टोरूला यीस्टचे उत्पादन करण्याकरता प्रयोगशाळेत प्रयोग करण्यात आले आणि परिणामतः BOD त ४० प्रतिशत् घट करता आली, एक टन घन अपशिष्टापासून ३५० पौंड यीस्ट प्राप्त करण्यात येते.

क्रॅफ्ट गिरण्यांतसुद्धा पुनःप्रापणाची प्रथा आचरण्यात येते. रसायने परत मिळविण्याकरता आणि विलीन काष्टमय पदार्थाच्या औष्णिक मूल्यांचा उपयोग करून घेण्याकरता काळ्या द्रवावर (अपयुक्त शिजविणारा द्रव) बाष्पनाची आणि भस्मीकरणाची प्रक्रिया करण्यात येते. पुनःप्रापण प्रक्रियेच्या कालात सल्फर मिसळून अगर ते न मिसळता प्रक्रियेच्या निरनिराळ्या टप्प्यात, तुलनेने अल्प प्रमाणात नाश पावणाऱ्या रसायनाच्याऐवजी Na_2SO_4 मिसळण्यात येतो. या मिसळणाच्या आणि भस्मीकरणाच्या नंतर " हरित द्रव " तयार होण्यासाठी पाण्यात प्रद्रावण (smelt) विरघळण्यात येते. हरित द्रवातील रासायनिक संयुगाचे चुना मिसळून इष्ट अशा शिजविण्याच्या रसायनात परिवर्तन करण्यात येते. परिणामतः " धवल द्रव " आणि मुख्यतः $CaCO_3$ असलेली चुन्याची रबडी तयार होते. शिजविण्याचे द्रव म्हणून धवल द्रव लगदा करण्याच्या कामासाठी परत करण्यात येते व चुना रबडी निस्तप्त (calcined) करून तिचे कॅलिशयम ऑक्साईड बनते; जे अन्य हरित द्रवाचे धवल द्रवात परिवर्तन करण्यासाठी

पुनः वापरण्यात येते. टर्पेन्टाईन, रेझीन, आणि चरबीयुक्त अम्ले, यांच्या उपपदार्थांच्या पुनः प्रापणाचीही क्रॅफ्ट अपशिष्ट जल निःस्त्रावाची शक्ती कमी करण्यास मदत होते. ह्या उपपदार्थांचे जास्तीतजास्त पुनःप्रापण केल्याने असे क्रॅफ्ट–निःस्त्राव निर्माण होतात. त्यामुळे नाला प्रदूषणाच्या संबंधात रासायनिक विषाक्त द्रव्ये फारसे महत्वाचे घटक होणार नाहीत. पाचित्र–सहाय्यकारक गॅसमध्ये टर्पेन्टाईन मिसळण्यात येते व त्यात अल्प प्रमाणात $(CH_4)_2S$, डायमेथिल सल्फाईड मेथाल मर्कॅप्टन आणि केटोन सुद्धा असतात. तसेच कृष्ण द्रवात सोडियम लवणें, रेझीन, चरबीयुक्त अम्ले, याच्या पुनःप्रापणीय राशी असतात व त्या कृष्ण द्रवाचे सांद्रण केल्यानंतर व ते शिजविल्यानंतर विलग होतात. ह्या द्रव्याला 'क्रूड सल्फेट सोप' असे म्हणतात व कृष्ण द्रवातून त्याचा साका काढून घेतल्यावर टॉल तेल तयार करण्यासाठी त्यावर अम्लाचा उपचार करण्यात येतो. रेझीन व चरबीयुक्त अम्लांचे आणखी परिष्करण करून त्यांचा उद्योगात अनेक प्रकारे उपयोग करण्यात येतो. **अवसादन** आणि **तरंगण** सेव्ह ऑल्सचा उपयोग करून हे उपचार अंमलात आणले जातात. धवल जलाचा जरी पुनरुपयोग करण्यासाठी आणि तंतूची पुनःप्राप्ती करण्याकरता निर्मलीकरण करण्याच्या उद्देषाने कागद यंत्रातील धवल जलाकरता सेव्ह–ऑल्स मुख्यतः वापरण्यात येत असले तरीही ते प्रक्रिया उपकरणाचे भाग आहेत असेच मानण्यात येते. तंतू काढून टाकण्याने स्वाभाविकच मलवाहिनीत घनपदार्थांची हानी कमी होते आणि म्हणून प्रदूषण कारक शक्ति कमी असलेला निःस्त्राव निर्माण होतो सेव्ह–ऑल्सचे वर्णन यापूर्वीच करण्यात आले आहे. मलवाहिनीतील कृष्ण द्रवाची हानि कमी होणारे आणखी एक प्रकारचे उपकरण फेन–पाश (foam trap) अथवा फेन विभंजक (breaker) हे आहे. त्यामुळे फेस ओसंडून जाण्यास प्रतिबंध होतो आणि धारित (eutrained) द्रवास मलवाहिनीत जाण्याचा आपला मार्ग शोधता येतो.

कागद–गिरण्यांतील निःस्त्रावावर संपूर्ण व अंतिम उपचार करण्याची अवसादन ही नेहमीची पद्धत आहे तर सेव्ह–ऑल्स ही पद्धत गिरणीत वापरण्यापुरतीच मर्यादित आहे. संयंत्र–स्थित सेव्हऑल्सचा उपयोग करूनसुद्धा निःसारण नाल्यात हानि होते व ती रोखता येत नाही. सामान्यतः गोलाकार कॉंक्रीट अथवा पोलादी आधुनिक टाक्या अनेक कागद गिरण्यांत बसविण्यात आल्या आहेत. तेथे त्या चांगल्या प्रकारे काम देत आहेत. त्यांचे व्यास २० फुटापासून १२० फुटापर्यंत निरनिराळे असतात; प्रस्त्रावित घनपदार्थांचे सांद्रण ४ ते १५ टक्के व सरासरी ६ ते ८ टक्के असते. निःस्त्रावात अस्तित्वात असलेल्या पूरकांच्यामुळे अंतिम निर्मलीकरण करणे अवघड जाते. जर उर्ध्वप्रवाही प्रकारचे निर्मलीकारक वापरले नाहीत तर निस्त्रावात सामान्यपणे किमान ३० ppm तरंगते घनपदार्थ असतात.

कलिले व रंग काढून टाकण्यासाठी रासायनिक अवक्षेपण–

कागद गिरण्यातील अपशिष्टावर उपचार करण्यासाठी रसायनांचा वापर करण्याचे सामान्यतः टाळण्यात आले आहे कारण निस्तारणाची जरूरी असलेल्या अवमलात वाढ होते.

तथापि, काही गिरण्यांतून ही पद्धत वापरण्यात आली आहे. सल्फाईट–लगदा वापरणाऱ्या इंडियांना राज्यातील एका गिरणीत तुरटीचा वापर करून सर्व अपशिष्टांचे उपचारण करण्यात येते. संस्तरांच्यावर अवमल सुकविण्यात येतो आणि प्रक्रियेत निःस्रावाचे पुनराभिसरण करण्यात येते मिशिगन राज्यातील एका गिरणीत रासायनिक अवक्षेपणाचा उपयोग करण्यात आला आहे आणि त्यामुळे ६४ प्रतिशत् BOD कमीं झाला आहे. हे प्रमाण नेहमीपेक्षा कांहीसे जास्त आहे.

किलाटक म्हणून चुना वापरण्यात येणाऱ्या हॉवर्ड प्रक्रियेत तीन टप्प्यांत pH ११ पर्यंन्त जाऊन चुन्यासह अंतिम अवक्षेपण होते. पहिल्या टप्प्यात कॅल्शियम सल्फाईडचे अवस्थापन होते, आणि शिजविण्याच्या द्रवाच्या तयारीसाठी रबडीच्या स्वरुपात ते परतविले जाते. दुसऱ्या टप्प्यात लिग्नीन अवक्षेपित होते आणि परिणामी निस्यंदकावर त्याचे वड्यांत रुपांतर करण्यांत येते. तिसऱ्या टप्प्यात pH ची जेव्हा ११ पर्यन्त वाढ होते. तेव्हा शेष कलिल द्रव्याच अवस्थापन करुन ते काढून टाकण्यात येते. यात जरी कांहीशा उच्च कार्यक्षमतेचा दावा करण्यात येत असला तरी BOD चे अंदाजे ४० टक्केच निष्कासन होते. रासायनिक अवक्षेपणाचा जरी उपयोग करण्यात येत असला तरी ही पुनःप्रापणाचीच पद्धत आहे, प्रत्यक्ष उपचारणाची नाही. लिग्नीन केवळ इंधन म्हणूनच वापरले जात नसून प्लॅस्टिक्सच्या विनिर्मितीत, टॅनीन्सच्या उत्पादनात, बॉयलरमध्ये पोपडे तयार होऊ न देणारे व फेस येऊ न देणारे द्रव्य म्हणून आणि संश्लेषी व्हॅनीला तयार करण्यासाठी सुद्धा त्याचा वापर करण्यात येतो. हॉवर्ड प्रक्रियेसारखीच स्टेलेनर्ट प्रक्रिया असते; फरक इतकाच की, अवक्षेपक जिप्सम असते आणि दाबपात्रात १६० $^{\circ}C$ तपमानापर्यंत द्रव तापविण्यात येते; सल्फर डायऑक्साईड विकसित होते व शिजविण्याच्या द्रवात त्याचा पुनरुपयोग करण्यात येतो; लिग्नीनचे अवक्षेपण करण्यात येते आणि मुख्यतः युनायटेड स्टेट्सच्या बाहेरील प्रदेशात त्यांचा इंधन म्हणून उपयोग केला जातो.

क्रॅफ्ट–गिरणीतील निःस्रावाचा रंग नाहीसा करण्याऱ्या समस्येची निकड दिवसेंदिवस वाढत आहे. जलयोजित (hydrated) चुन्याचा निःस्रावावर उच्च मात्रेत उपचार करुन रंग नाहीसा करणे शक्य असते पण त्यातून निर्जलीकरण करण्यांस अत्यंत कठीण असलेल्या सजल (hydrous) अवमलांच्या राशी निर्माण होतात. रंग निष्कासन समस्येची उकल करण्यात ही बाब मोठा अडथळा आणते. चुन्याची उच्च मात्रा लागत असल्याने आर्थिक दृष्टीकोनातून अवमलातून पुनरुपयोगाकरता कॅल्शियमचे पुनःप्रापण करणे भाग पडते. कार्बनीकरण आणि तापनाचा संबंध असलेल्या अवमल–उपचारणाच्या एका पद्धतीचे कॅल्शियमच्या पुनःप्रापणाकरता अन्वेषण करण्यात येत आहे.

दोरांच्या गिरण्यातील अपशिष्टांवरील (२८०) रासायनिक उपचारणांच्या विविध पद्धतींच्या अभ्यासावरुन असे आढळून आले की, सामान्यपणे चांगल्या प्रकारे निर्मलीकरण करणाऱ्या किलाटकांच्यामुळेही अवमलांच्या अतिरिक्त राशी निर्माण होतात आणि BOD चे लघुकरण तुलनेने कमी प्रमाणात होते. $Fecl_3$, $H_2 So_4$ आणि त्वरण वापरण्यात येणाऱ्या एका तीन टप्प्यांच्या रासायनिक उपचारणातील एकामागून एक टप्प्यात BOD चे एकूण लघुकरण ५० टक्के झाले, २७ टक्के अवमलाची राशि साठून राहिली, व त्यावेळी ८२ टक्क्यांपेक्षा जास्त गढूळपणा कमी झाला, आणि जवळजवळ वर्णहीन असा निःस्त्राव निर्माण झाला. अन्य सर्व एकेकट्या किलाटकामुळे अथवा रासायनिक किलाटकांच्या एकत्र होण्यामुळे BOD चे लघुकरण कमी प्रमाणात झाले.

उत्प्रेरित अवमल उपचारण –

क्रॅफ्ट–गिरणीतील अपशिष्टांच्या बाबतीत वातजैवी प्रक्रिया अत्यंत यशस्वी झाल्या आहेत. जरी विकिरित–वृद्धिवातन (dispersed growth aeration) हा एक सुधारित प्रकार विशिष्ट प्रकाराच्या कागद गिरणीतील अपशिष्ट–उपचारणात प्रायोगिक स्तरावर यशस्वी झाला असला तरी त्या विशिष्ट प्रकाराच्या गुणधर्मामुळे हे घडून आले अगर अन्य कागद अथवा लगदा–गिरण्यांतल्यापेक्षा क्रॅफ्ट–गिरण्यातील प्रदूषणाच्या समस्या अधिक निकडीच्या असतात या वस्तुस्थितीमुळे घडून आले अथवा क्रॅफ्ट–गिरण्यांच्या प्रशासकांच्या प्रगामी दृष्टीकोनाचा हा परिणाम आहे, ह्याबद्दल अद्याप शंका आहे. अलिकडे क्रॅफ्ट अपशिष्टाकरता एक आशादायक वेगवर्धित (accelerated) उपचारण विकसित करण्यात आले आहे; त्यात घरगुती वाहितमल उपचारणातील वापराप्रमाणे उत्प्रेरित अवमलाच्या तत्वांचे संनिवेशन (embody) केलेले असते. ह्या उपचारणात नायट्रोजन लवणे मिसळावी लागतात. तथापि जेव्हा ती प्रक्रिया अखंड लागू केली जाते तेव्हा त्याकरता भांडवल आणि परिचालन खर्च लागत असल्याने, ही त्यातील सर्वात मोठी वैगुण्ये आहेत.

व्हर्जीनियातील एका क्रॅफ्ट–गिरणीत सरासरी १४० ppm BOD असलेल्या दररोज १६ दश लक्ष गॅलन सर्वसामान्य प्रवाहावर ह्या प्रक्रियेचा वापर केला जातो. २५ टक्के अवमल परतवण्यासह तीन तासापर्यंत वातनाची तरतूद केलेली आहे. सरासरी सांद्रणावर आधारित केलेले वातकाचे BOD भारण दर १००० घ. फु. स ५६ पौंड आहे, आणि संमिश्र द्रवातील सांद्रण ०.२ ते ०.३ टक्क्यांच्या दरम्यान बदलते आहे. दर गॅलन अपशिष्टास हवा अंदाजे १ घ. फु. लागते. अनुक्रमे दर २० आणि ७५ पौंड BOD करता उपलब्ध नायट्रोजन व फॉस्फरस एक पौंडाइतका टिकून रहावा म्हणून जरूरीप्रमाणे हे पोषक मिसळण्यात येतात. प्रारंभिक परि–

चालन-काळात, जून १९५५ मध्ये या संयंत्रात क्रॅफ्ट-गिरणीतील अपशिष्टापैकी ६० टक्के अपशिष्टावर उपचार करताना BOD चे ८५ टक्के लघुकरण करता आले.

चिंध्या, दोर, आणि तागाच्या गिरण्यांत केलेल्या प्रयोगात, ते शिजविण्यांच्या द्रवावर आणि धावन-जल अपशिष्टावर, अनुकूलतम परिस्थितीत अवमल आणि विकिरित वृद्धि बीजांनी उपचार करण्याशी संबध आला. ह्या प्रयोगांवरून उपचारणाच्या या पद्धती परिणामकारक असल्याचे दिसून आले (२८०) BOD च्या लघुकरणापुरताच विचार करावयाचा झाल्यास शिजविण्याच्या द्रवांच्या मिश्रणातील अवमलाच्या पुंजक्यांचे आणि पहिल्या तासाच्या धावनातील धावन-जलाचे अस्तित्व विकिरित वृद्धीच्या उपस्थितीतील वातनापेक्षा किंचित अधिक परिणामकारक (परंतु कमी विश्वसनीय) असल्याचे दिसून आले. अपशिष्टांच्या ऑक्सिकरणाच्या वेगावर परिणाम करणारे महत्वाचे घटक, pH, (N व P) हे पोषक, बीजांगिकरण, वात-पुरवठा, आणि तपमान हे असतात. अनुकूलतम परिस्थितीत, अनुपचारित BOD च्या सुमारे २००० ppm सांद्रणासह, संमिश्रित अपशिष्टातील BOD चे लघुकरण विकिरित वृद्धिबीजांच्या उपस्थितीत बीजांच्या अंगिकरणावर आणि कार्यक्षमतेवर प्रामुख्याने अवलंबून असते. सुमारे ७८ ते ९६ टक्के अवमलाच्या पुंजक्यासह २४ तासांच्या वातनानंतर ते लघुकरण ९० ते ९८ टक्के होते. चिंध्यांच्या गिरणीतील अपशिष्टांच्या फेनीकरणात, वातनाची प्रक्रिया चालू असताना परिचालनात अडचणी आल्या.

खांजणीकरण -

लगदा-आणि कागद गिरण्यातील अपशिष्टांवर खांजणात अंतिम उपचार करणे ही प्रमुख पद्धत आहे. कुंड हा खांजणाचा अत्यंत विस्तृत प्रमाणात वापरण्यात येणारा एक प्रकार आहे. साठवण अगर निःस्त्रावाच्या स्थिरीकरणाचे एक साधन म्हणून त्याचा वापर करण्यात येतो. त्याची संचय-क्षमता १० दिवसापासून १० महिन्यापर्यंत असते. जेव्हां स्थिरीकरणाच्या उद्देशाने कुंडांचा उपयोग करण्यात येतो तेव्हा, सामान्यतः १० ते ३० दिवसाचा अवरोधन काल (retention) ठेवण्यात येतो. कुंडांच्या मोठ्या आकारामुळे जागेच्या उपलब्धतेवर त्यांचा वापर अवलंबून असतो. तसेच, या कुंडाचा वापर सामान्यपणे मोसमी असतो, त्याचप्रमाणे ग्राहक नाल्याचा वेग आणि अपशिष्टांचे मंद प्रवाह कालातील अवरोधन व उच्च जल प्रवाहकालीन प्रस्त्रावावर तो अवलबून असतो.

जॉर्जियामधील एका नव्या क्रॅफ्ट गिरणीतील अपशिष्ट एक आड एक अवस्थापन द्रोणीत आणि नंतर एका रांगेत असलेल्या दोन ऑक्सिकरण खांजणांत हाताळण्यात येते. तरंगण 'सेव्ह

ऑल्स' मधून पार करून तंतुमय जले अवस्थापन द्रोण्यात सोडण्यात येतात तंतुविरहित अपशिष्टे समानीकरण द्रोण्यात गोळा करण्यात येतात व तेथून नियंत्रित वेगाने पंप करून अवस्थापन द्रोण्यातील निःस्त्रावात त्यांचे संमिश्रण करण्यात येते. उपचारणाच्या ह्या प्रकाराचा मुख्य उद्देश, तरंगत्या द्रवाचा अगदी शेवटचा अवशेषही काढून टाकणे आणि प्रवाहानुसार ग्रहण करणाऱ्या नाल्यात समानीकरण केलेले अपशिष्ट प्रमाणित करणे हा असतो. तथापि खांजणातून BOD चे फक्त मर्यादित प्रमाणात विष्कासन करता येते आणि (तसे करताना) कूपजलातील दुर्गंध व संदूषणाचा विचार करावा लागतो.

उच्च-दाब ऑक्सिकरण –

नॉर्वे (३५५) मध्ये सल्फाईट गिरणीतील अपशिष्टांचे उपचारण करण्यासाठी झीमरमन प्रक्रिया (१३ वे प्रकरण पहा) यशस्वीपणे वापरण्यात आली, परंतु त्या देशात भांडवली उपकरणांकरता मोठ्या प्रमाणात पैसा गुंतविण्यापूर्वी त्यातील आर्थिक बाबींचा काळजीपूर्वक अभ्यास करावा लागला. एका साध्या तत्वाचा उपयोग करून सिकरित (atomized) तरंगण तत्राचा सांद्रित सेंद्रिय अपशिष्ट–द्रवावर उपचार करण्याकरता उपयोग करणे आशादायक असल्याचे दिसून आले (१०४, २५३). उपचारणाच्या या पद्धतीच्या वापरात युनायटेड स्टेट्स मधील गिरण्यांपेक्षा स्वीडिश गिरण्या अधिक प्रगतिशील असल्याचे दिसून आले.

२३–४. फोटोग्राफीतील अपशिष्टे –

मोठ्या प्रमाणातील फिल्म डेव्हलपिंग आणि छपाईच्या कामातील अपशिष्ट–जलात थायोसल्फाईट आणि चांदीची संयुगे असलेल्या डेव्हलपरच्या व फिक्सरच्या अपयुक्त द्रावणांचा समावेश असतो. ही द्रावणे सामान्यतः क्षारीय असतात आणि त्यात अनेक सेंद्रिय लघुकरण करणारे कारक (agents) असतात. त्यांच्यावरील उपचारणांत सामान्यपणे चांदीचे पुनः प्रापण करणे आणि डेव्हलपर–अपशिष्टावर घरगुती वाहितमलासह उपचार करण्याचा समावेश असतो अशा प्रकारच्या दोन संयंत्रावरील* अभ्यासात असे दिसून आले की, जर डेव्हलपर–अपशिष्ट आणि वाहितमल यांचे गुणोत्तर तुलनेने कमी असेल तर अशा अपशिष्टाचा वाहितमल–उपचारणावरील परिणाम क्षुल्लक असतो.

---

* " फोटोग्राफिक अपशिष्टांसंबंधी उपचारणाची आधारसामुग्री, " पब्लिक वर्क्स ८५, ८, १०४ (ऑगस्ट १९५४)

संदर्भ – कागद अपशिष्टे

१ 'अॅक्टिव्हेटेड स्लज ट्रीटमेंट ऑफ पल्प मिल वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, ३, ३४२ (मार्च १९५५)

२ 'अल्कोहोल फर्मेंटेशन ऑफ सल्फाईट वेस्ट लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स १८, १, १६८ (जानेवारी १९४६)

३ 'अल्कोहोल रिकव्हरी फ्रॉम स्पेंट सल्फाईट लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ६, ७७५ (जून १९५३)

४ अॅलवेल्ट, ए, एल; आणि डब्ल्यू. आर. वॅट, 'न्यू मेथड्स फॉर प्रिपेरिंग सेल्युलोज थायोयूरेथ्रेन,' इंडस्ट्रीयल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३१. १, ६९ (जानेवारी १९५७)

५ अॅबर्ग, एछ. आर. 'फॅक्टर्स अॅफेक्टिंग लगूनिंग ऑफ व्हाईट वॉटर,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१)

६ अॅबर्ग, एछ. आर; 'व्हाईट वॉटर, फॅक्टर्स अॅफेक्टिंग लगूनिंग,' स्युवेज अॅन्ड इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ६, ८०९ (जून १९५२)

७ अॅबर्ग, एछ. आर; आणि जे. एफ. कॉर्मेक, 'एरोबिक फर्मेंटेशन स्टडीज ऑफ स्पेंट सल्फाईट लिकर,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २९, ५, ५७० (मे १९५७)

८ अॅबर्ग, एछ आर; आणि एल्डर, 'इंटरमिटंट डिश्चार्ज ऑफ स्पेंट सल्फाईट लिकर,' स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभागाचे नियतकालिक, ८२, SA२, ९२९ (एप्रिल १९५६)

९ 'एनिरोबिक डायजेशन ऑफ पेपर बोर्ड मिल व्हाईट वॉटर,' तांत्रिक परिपत्रक ३६, नाला सुधाराची राष्ट्रीय परिषद, (१९५०)

१० अॅपलबॉम, एस बी; 'रिक्लेमर ट्रीटमेंट ऑफ व्हाईट अँड वेस्ट वॉटर,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, माला २९, (१९४६)

११ अॅपलबॉम, एस. बी; आणि जे. एछ. र्‍हाईनहार्ट, 'वेस्ट वॉटर अँड फायबर रिक-व्हरी वुइथ रीक्लेमर्स ऑफ दि प्रेसिपिटेशन टाईप,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, (फेब्रुवारी १९-२२, १९४५)

१२ अॅक्स, ई जे; 'पेपरबोर्ड मिल व्हाईट वॉटर ट्रीटमेंट,' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४७)

१३ वीक्लंड, जी; 'मेथड्स ऑफ प्रोडयूसिंग एथिल अल्कोहोल आऊट ऑफ वेस्ट सल्फाईट लिकर इन कॉम्बिनेशन वुइथ इव्हॅपोरेशन,' कॅनडियन पेटंट, ५६, २२, ५०, (ऑगस्ट २६, १९५८)

१४ बार्कर, ई. एफ; 'हाऊ दी कॅलॅमॅझू व्हॅली डीइंकिंग मिल्स सॉल्व्हड देअर वेस्ट डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स,' पेपर ट्रेड जर्नल, १४०, ३० (डिसेंबर १७, १९४६)

१५ बॉम आणि साल्व्हेसन, 'टर्बाइन एरिएशन अॅज ए मेथड ऑफ इन्क्रीझिंग दि प्यूरिफिकेशन कपॅसिटी ऑफ ए स्ट्रीम,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, ४१ (१९५८) पा. ८००

१६ बॉनिक एछ. व्ही; आणि एफ. एम. म्यूलर, 'स्पेंट सल्फाईट लिकर युटिलायझेशन स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, १०, १३२४ (आक्टोबर १९५२)

१७ बेहन, व्हीं. सी; 'मेकॅनिकल डीवॉटरिंग ऑफ पेपर मिल स्लजेस,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, ९७, १०, ४३२ (आक्टोबर १९५०)

१८ बेन्सन, एछ. के. आणि डब्ल्यू. आर. बेन्सन,' डिटेक्शन ऑफ सल्फाईट वेस्ट लिकर इन सी वॉटर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ४, ४, ७२२ (जुलै १९३२)

१९ बेन्सन, एछ. के; आणि ए. एम. पार्टन्स्की, 'एनिरोबिक डीकॉपोझिशन ऑफ सल्फाईट वेस्ट लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ८, ५, ८६६ (सप्टेंबर १९३६)

२० बर्जर, एछ. एफ; 'सॉलिड्स रिमूव्हल प्रॅक्टिसेस इन सदर्न क्रॅफ्ट अँड न्यूजपेपर मिल्स,' पेपर ट्रेड जर्नल, १४३, ३८, ४२ (१९५९)

२१ बर्जन, एछ. एफ; 'समरी ऑफ रिसर्च ऑन न्यूट्रल सल्फाईट सेमीकेमिकल वेस्ट्स,' पेपर ट्रेड जर्नल, १३९, १८, २० (मे १९५५)

२२ बर्मन, आर. आय; आणि जे ऑस्टरमन, 'डिझॉल्वड एअर फ्लोटेशन फॉर व्हाईट वॉटर रिकव्हरी,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५५)

२३ Bialkowsky, आणि ब्राऊन, 'इन-प्लँट पोल्यूशन कंट्रोल इन प्रॅक्टिस, पल्प अँड पेपर इंडस्ट्री,' केमिकल इंजिनिअरिंग प्रोग्रेस, ५५, ४, ५४ (एप्रिल १९५९)

२४ Bialkowsky, एछ डब्ल्यू; आणि पी. एस. ब्रिलिंगन, 'पायलट स्टडीज, इफेक्ट ऑफ वेस्ट डिश्चार्ज, प्रेडिक्शन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ५, ५५१ (मे १९५७)

२५ बिलिंग्ज, आर. एम; 'स्ट्रीट इंप्रूव्हमेंट थ्रु स्प्रे डिस्पोजल ऑफ सल्फाईट लिकर ऑफ दि किंबर्ले-क्लार्क कॉर्पो; नायागारा, विस,' पर्ड्यू विश्वविद्यालयीन अभियांत्रिकी परिपत्रक, विस्तारमाला क्र. ९६ (१९५८) पा. ७१

२६ बिशप, एफ. डब्ल्यू; आणि जे. डब्ल्यू. विल्सन, 'इंटिग्रेटेड मिल वेस्ट ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल, डिस्क्रिप्शन,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, १२, १४८५ (डिसेंबर १९४४)

२७ Bjorkman, ए; 'रिकव्हरी इन दि सेल्यूलोज इंडस्ट्री,' Svensk Pappersterdning (स्वीडन) ६१, १८ B, ७६० (१९५३), कागद रसायन शास्त्राची संस्था, परिपत्रक २९ (१९५९) पा. ८७७

२८ ब्लॅक, एछ. एच; 'स्पेंट सल्फाईट लिकर डेव्हलपमेंट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ५०, १०, ९५ A (आक्टोबर १९५८)

२९ ब्लॅक, एछ. एछ., आणि व्ही. ए. Muich, 'इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड, वुड नेव्हल स्टोअर्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ४, ४६२ (एप्रिल १९५३)

३० ब्लँडिन, एछ. एम; आणि इतर, 'फोरम डिस्कशन, पेपर मिल वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ६, ११०८ (नोव्हेंबर १९४७।

३१ ब्लँडिन, एछ एम; के. एज. होल्म, आणि बी. एफ स्टॅहल, 'वर्कशॉप ऑन पेपर मॅन्युफॅक्चरिंग वेस्ट्स,' २ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (जानेवारी १९४६) पा. १५५

३२ ब्लडगुड, डी. ई; 'डेव्हलपमेंट ऑफ ए मेथड फॉर ट्रीटिंग स्ट्रॉबोर्ड वेस्ट्स,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, ३३, ७, ३१७ (जुलै १९५०)

३३ ब्लडगुड, डी. ई. 'डिस्पोजल मेथड्स ऑफ स्ट्रॉबोर्ड मिल वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १६, ४, ६०७ (जुलै १९४७)

३४ ब्लडगुड, डी. ई. 'टेंन्थ पडर्यू कॉन्फरन्स हायलाइट्स इंडस्ट्रियल वेस्ट प्रॉब्लेम्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, १, ३३ (सप्टेंबर-ऑक्टोबर १९५५)

३५ ब्लडगुड, डी. ई; आणि जी. ॲर्गनियन, 'कॅरॅक्टरिस्टिक्स ऑफ स्ट्रॉबोर्ड मिल वेस्टस' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १९, ६, १०२१ (नोव्हेंबर १९४७)

३६ ब्लडगुड, डी. ई; आणि इतर, 'स्ट्रॉबोर्ड वेस्ट्स, लॅबोरेटरी स्टडीज,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, १, १२० (जानेवारी १९५१)

३७ ब्लॉसर, आर. ओ; BOD रिमूव्हल फ्रॉम डीइंकिंग वेस्ट्स,' पडर्यू विश्वविद्यालयाचे अभियांत्रिकी परिपत्रक, विस्तारमाला क्र. ९६ (१९५८) पा. ६३०

३८ ब्लॉसर, आर. ओ; 'सॉलिडस रिमूव्हल प्रॅक्टिसेस इन दि पेपर इंडस्ट्री,' ७ वे ओंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९६०) पा. १२१

३९ " BOD रिडक्शन बाय हीट हायड्रॉलिसिस,' सल्फाईट अपशिष्ट संशोधनाचा अहवाल, तांत्रिक परिपत्रक क्र. २९, नाला सुधार राष्ट्रीय परिषद, १९४९

४० बॉयर, आर. ए., 'सोडियम-बेस पल्पिंग अँड रिकव्हरी,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, ४२ (१९५९) पा. ३५६

४१ बॉयर, आर. ए; आणि एस. आर. पार्सन्स, 'ऑपरेशन ऑफ दि १९५७ एक्स्पेरिमेंटल सोडियम बेस रिकव्हरी प्लँट अॅट कन्सॉलिडेटेड वॉटर पावर अँड पेपर कंपनी,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, ४२ (१९४९) पा. ५६५

४२ ब्रुकओव्हर, टी. ई; 'ए पेपर बोर्ड मिल्स अॅटॅक ऑन स्ट्रीम पोल्यूशन,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, २८ वी माला, फेब्रुवारी, १९-२२, (१९४५)

४३ ब्रुकओव्हर, टी, ई; 'दि पेपर इंडस्ट्री अँड स्ट्रीम पोल्यूशन,' पेपर ट्रेड जर्नल, १३१, ६, २६ (ऑगस्ट १०, १९५०)

४४ ब्राऊन, एछ. बी; 'वॉटर कांझर्व्हेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, १२, १४०९ (डिसेंबर १९५७)

४५ ब्राऊन, एछ. बी; 'एफ्ल्युअंट डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स अँड पोल्यूशन अबेटमेंट मेकर्स ऑफ दि सदर्न पल्प अँड पेपर इंडस्ट्री,' सदर्न पल्प अँड पेपर जर्नल, (ऑक्टोबर १९५५)

४६ ब्राऊन, डब्ल्यू जी; 'मार्केट पोटेन्शियल फॉर प्रोटीन कॉसेंट्रेट प्रोडयूस फ्रॉम फर्मेटेशन ऑफ स्पेंट सल्फाईट लिकर,' तांत्रिक परिपत्रक क्र. ११०, नालासुधार राष्ट्रीय परिषद, (नोव्हेंबर १४, १९५८)

४७ ब्राऊन, जॅक्सन, आणि टॉग्रेन, 'सेमीकेमिकल रिकव्हरी प्रोसेस अँड पोल्यूशन अबेटमेंट,' पेपर ट्रेड जर्नल, १४३, २५, २८ (१९५९)

४८ Buebler, एछ. ज्यू; 'वेस्ट ट्रीटमेंट इन ए पेपर मिल,' १२ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५७)

४९ बबॅंक, एन. सी; आणि सी. डी. ईटन,' पल्प अँड पेपर मिल वेस्ट वॉटर ट्रीटमेंट,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, ४१, ६, पुरवणी १९५ A (जून १९५८)

५० बस्वेल, ए. एम; आणि एफ डब्ल्यू. सोलो, 'मीथेन फर्मेंटेशन ऑफ ए फायबर बोर्ड वेस्ट,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २०, ४, ६८० (जुलै १९४८)

५१ कॅलीज, व्ही. जे. आणि आर. जे. कीटिंग 'सम इकॉनॉमिक आस्पेक्ट्स ऑफ व्हाईट वॉटर ट्रीटमेंट इन पल्प अँड पेपर मिल्स,' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५४)

५२ कॅलॅहॅम. जे आर; अल्कोहोल रिकव्हरी फ्रॉम सल्फाईट लिकर,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १६, २, ३८८ (मार्च १९४४)

५३ कार्पेंटर, सी; आणि सी. सी. पोर्टर, 'वेस्ट वॉटर युटिलायझेशन बाय क्लॅरिफिकेशन,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, माला २८, (फेब्रुवारी १९-२०, १९४५)

५४ कॉले, डब्ल्यू. ए; 'स्फीरॉटिलस इन स्ट्रीम्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३० ९, ११७४ (ऑगस्ट १९४८)

५५ कॉले, डब्ल्यू. ए; आणि सी. सी. वेल्स, 'लगून सिस्टीम फॉर केमिकल सेल्यूलोज वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ४, ३, ३७ (मे १९५९)

५६ सेडरक्विस्ट, के. एन; 'सम रिमार्क्स ऑन वेट कंबशन ऑफ सेल्यूलोज वेस्ट लिकर,' Swensk Pappersterdning, (स्वीडन) ६१, १८, ११४ (१९५८)

५७ चेज. ई. एस; 'सल्फाईट पल्प वेस्ट्स कंट्रोल बाय सोडियम नायट्रेट, अँड्रॉस्कॉजिन रिव्हर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, २, २७३ (फेब्रुवारी १९५०)

५८ 'केमिकल रिकव्हरी फ्रॉम पल्पिंग लिकर्स,' वर्कबुक फीचर, इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ५०, ३, ५९ A (मार्च १९५८)

५९ चर्चिल, एम., 'पेपर मिल वेस्ट्स, कलर रिडक्शन इन स्ट्रीम्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५ ६६१, ६७० (मे १९५१)

६० 'कन्सॉलिडेटेड डेमॉन्स्ट्रेट्स इट्स रिकव्हरी ऑफ स्पेंट सल्फाईट लिकर्स,' पेपर ट्रेड जर्नल, १४३, २०, ५० (१९५६)

६१ कूगन, एफ. जे., 'वेस्ट कंट्रोल इन ए सदर्न पेपर मिल,' जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचे नियतकालिक, ३२, ८. ८५३ (ऑगस्ट १९६०)

६२ कुक, डब्ल्यू. बी; 'सम इफेक्ट्स ऑफ स्पेंट सल्फाईट लिकर ऑन सॉईल मोल्ड पॉप्यूलेशन,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९६०) पा. ३५

६३ कॉपेनहॉवर, बिग्ज, बॉक्स्ले, आणि वाईज,' रिकव्हरी ऑफ अॅसेटिक अँड फॉर्मिक अॅसिड्स फ्रॉम ब्लॅक लिकर,' कॅनॅडियन पेटंट ५५१७३६, (जानेवारी १४, १९५८)

६४ कॉर्मॅक, जे. एफ; आणि एछ आर. अँबर्ग,' दि इफेक्ट ऑफ बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट ऑफ सल्फाईट वेस्ट लिकर ऑन दि ग्रोथ ऑफ स्फीरोटायटल नेटन्स,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९५९) पा. १६

६५ क्रॉफर्ड, एस. सी; 'इफेक्ट्स ऑफ क्रॅफ्ट-मिल वेस्ट्स ऑन आक्सिजन बॅलन्स इन स्ट्रीम्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ५, ८७६ (सप्टेंबर १९४८)

६६ क्रॉफर्ड, एस. सी; 'लगून ट्रीटमेंट ऑफ क्रॅफ्ट-मिल वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ४, ६२१ (जुलै १९४७)

६७ क्रॉफर्ड, एस. सी; 'स्प्रे इरिगेशन ऑफ सर्टन सल्फेट मिल वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, १०, १२६६ (आक्टोबर १९५८)

६८ क्रॉफर्ड, एस. सी; 'स्ट्रीम पोल्यूशन रेकॉर्ड टू नॅशनल कंटेनर कॉर्पो,' (मे १९४७) बिग आयलंड, व्हर्जीनिया.

६९ 'सायक्लेटर हेल्प्स सॉल्व प्रॉब्लेम ऑफ स्ट्रीम इंप्रूव्हमेंट,' पेपर मिल न्यूज, ८०, (१९५७) पा. १६

७० Darmstadt, डब्ल्यू. जे., 'न्यूट्रल सल्फाईट रिकव्हरी प्रोसेस,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, ४१, ३, १४७ (मार्च १९५८)

७१ डेडर्ट आणि ब्राऊन, 'इव्हॅपोरेशन ऑफ न्यूट्रल सोडियम सल्फाईट कॉन्सेन्ट्रेट स्पेंट लिकर,' पेपर इंडस्ट्री, ३९, ११, ९१४ (नोव्हेम्बर १९५८)

७२ 'डीप-वॉटर एफ्ल्युअंट डिस्पर्शन.' पल्प अँड पेपर ३३, ९, ७७ (सप्टेंबर १९५९)

७३ 'डीइंकिंग स्लज, मॉडिफाईड, युटिलायझेशन पॉसिबिलिटी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ५, ६२७ (मे १९५३)

७४ 'डीइंकिंग वेस्ट्स, बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, १ १८६ (जानेवारी १९४९)

७५ 'डेव्हलपमेंट स्टडीज ऑन दि रिमूव्हल ऑफ कलर फ्रॉम कॉस्टिक एक्स्ट्रॅक्ट ब्लीचिंग एफ्ल्युअंट बाय दि सर्फेस रीअॅक्शन प्रोसेस,' तांत्रिक परिपत्रक क्र. १०७, नाला सुधार राष्ट्रीय परिषद, (सप्टेंबर १९५८)

७६ डिकर्सन, बी. डब्ल्यू., आणि इतर 'ट्रीटमेंट ऑफ इंडस्ट्रियल वॉटर फ्रॉम टॉल ऑईल प्यूरिफिकेशन्स,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्या-लय (मे १९५८)

७७ Diehl, डब्ल्यू, एफ; 'न्यू प्रोसेस इज की टू एक्स्पॅन्शन,' पल्प अँड पेपर (सप्टें-बर १९५८)

७८ डिन्समोर, आर. एफ; 'लॉंग ट्यूब फोर्सड सर्क्यूलेशन इव्हॅपोरेशन ऑफ सल्फा-ईट वेस्ट लिकर,' प्रबंध क्र. ७४, मेन तांत्रिक प्रयोग केंद्र (एप्रिल १९५३); पेपर मिल न्यूज मधून पुनर्मुद्रित, (फेब्रुवारी १४, १९५३)

७९ Doutt, एफ. व्ही; 'पल्प अँट पेपर मिलवेस्ट्स,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९)

८० Doutt, एफ. व्ही; 'पल्प अँड पेपर वेस्ट्स प्रॉब्लेम्स डिस्कशन,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५, ६९९ (मे १९५१)

८१ Doutt, एफ. व्ही; 'अनयूज्ड वॉटर इज नो वेस्ट प्रॉब्लेम,' ४ थे दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (मार्च-एप्रिल १९४५) पा. ८३

८२ ड्रुमांड, आर. एम; 'पल्प वेस्ट रिडक्शन बाय मिल अँड प्रोसेस इंप्रूव्हमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २६, ५, ६५६ (मे १९५४)

८३ ईस्टन, पी., आणि आर. बॉम. 'व्हाईट वॉटर रिकव्हरी बाय ए फ्लोटेशन मेथड, लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, २३, ६, ३०१ (जून १९५०)

८४ एडन, जी. ई; आणि इतर, 'ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट वॉटर फ्रॉम ए पेपर मिल बाय बायॉलॉजिकल फिल्ट्रेशन,' पेपर-मेंकर (लंडन), १३३ (१९५२) पा. ४-१० आणि १२-१६

८५ एडन, जी. ई, ई ई. जोन्स आणि ए. बी. व्हीटलंड, 'पेपर मिल वेस्ट्स, ट्रिक्लिंग फिल्टर्स, पायलट स्टडी,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, १, ११९ (जानेवारी १९५४)

८६ 'एडवर्ड टॉगवुड अँड सन्स इन्स्टॉल न्यू एफ्ल्युअंट प्यूरिफिकेशन प्लँट,' वर्ल्ड पेपर ट्रेड रिव्ह्यू, १४८ (१९५७) पा. १२८७

८७ 'इफेक्ट ऑफ न्यूट्रियंट्स अपॉन दि रेट ऑफ स्टॅबिलायझेशन ऑफ स्पेंट सल्फाईट लिकर इन रिसीव्हिंग वॉटर्स,' संशोधन अहवाल क्र. ३, स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभाग संशोधन समिती, नाला प्रदूषण विभाग, अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजनिअर्स. (आक्टोबर १९५५) एछ. आर. अँबर्गच्या संशोधनातील आधार सामग्रीवरून

८८ Rhmann, जी. सी. आणि इतर 'व्हाईट वॉटर रिकव्हरी, OCO सिस्टीम,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १२, १५७३ (डिसेंबर १९५०)

८९ एल्ड्रिज, ई. एफ; 'कॅलॅमॅझ् व्हॅली, मिशि; पेपर मिल वेस्ट डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १६, ६, १२७६ (नोव्हेंबर १९४४)

९० एल्ड्रिज, ई एफ; 'मन्रो, मिशि; फायबर बोर्ड वेस्ट ट्रीटमेंट प्लँट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १३, १, १०५ (जानेवारी १९४१)

९१ एल्ड्रिज, ई. एफ; आणि डब्ल्यू. एल, मॅल्मन, 'डायजेशन ऑफ स्ट्रॉ बोर्ड मिल वेस्ट वुइथ स्युवेज स्लज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ४, १, २३० (जानेवारी १९३२)

९२ अर्जेनीन. जी., आणि जे. सी Hargleroad, 'स्ट्रॉ बोर्ड वेस्ट डिस्पोजल रिसर्च,' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४७)

९३ इव्हॅन्स, जे. सी. डब्ल्यू; 'ए न्यू सल्फाईट पल्पिंग प्रोसेस अँड ए न्यू पल्प,' पेपर ट्रेड जर्नल, १४३, ३६, ४२, (१९५६)

९४ इव्हॅन्स, जे. सी. डब्ल्यू., 'युनीक सल्फाईट-सोडा पल्पिंग अँड रिकव्हरी सिस्टीम यूज्ड अॅट रायमो,' पेपर ट्रेड जर्नल, १४१, ३७, ५० (१९५९)

९५ इव्हॅन्स, जे. एस., 'लीगल आस्पेक्ट्स ऑफ दि एफ्ल्युअंट प्रॉब्लेम, वर्ल्ड पेपर ट्रेड रिव्ह्यू, १५०, २०, १६९७ (१९५८); परिपत्रक, कागद रसायनशास्त्र संस्था २९, (१९५९) पा. १३६७

९६ फेलिसेट्टा, व्ही. एफ; एम. लंग, आणि जे. सी. मॅककार्दी, 'स्पेंट, सल्फाईट लिकर, शुगर लिग्नींन-सल्फोनेट सेपरेशन्स यूजिंग आयन एक्स्चेंज रेझिन्स,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, ४२ (१९५९) पा. ४९७

९७ फेलिसेट्टा, आणि जे. एल. मॅक् कार्दी, 'दि पल्प मिल्स रिसर्च प्रोग्रॅम अॅट दि युनिव्हर्सिटी ऑफ वॉशिंग्टन,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, ४० (१९५७) पा. ८५१

९८ 'फर्स्ट लार्ज NSSC रिकव्हरी सिस्टीम प्रूव्हज आऊट,' पेपर ट्रेड जर्नल, १४३, २१, २२ (१९५९)

९९ फॉग्लर, एछ. एछ, आणि इतर. 'स्प्रे ड्राइंग कोइफिशंट्स फॉर सल्फाईट वेस्ट लिकर,' प्रबंध क्र. ६००, मेन तांत्रिक केंद्र, (सप्टेंबर १९४९); लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघाकडून पुनर्मुद्रित, ३२, ९ (सप्टेंबर १९४२)

१०० Ganczarezyk, जे, 'पल्प वेस्ट ट्रीटमेंट मेथड्स रिव्ह्यू,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, २, २३७ (फेब्रुवारी १९५३)

१०१ Ganczarezyk, जे; आणि जे. डोमॅन्स्की, 'स्पेंट सल्फेट वेस्ट कोअॅग्यूलेशन लॅबोरेटरी स्टडीज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ७, ९३० (जुलै १९५४)

१०२ Ganczarezyk, जे; आणि जे. डोमॅन्स्की, 'व्हाईट वॉटर अल्कलाईन कोअॅग्यूलेशन स्टडी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २६, ८, १०५५ (ऑगस्ट १९५४)

१०३ गॉडी, ए. जे; 'वेस्ट फ्रॉम पल्प अँड पेपर प्रोसेसेस,' प्रकाशन क्र. १७, कॅलीफोर्निया राज्य जल प्रदूषण नियंत्रण मंडळ, (१९५७)

१०४ गॉव्हिन डब्ल्यू एछ., 'अॅप्लिकेशन ऑफ दि अॅटोमाइज्ड सस्पेंशन टेक्नीक,' लगदा आणि कागद उद्योग संघ, ४०, ११, ८६६ (नोव्हेंबर १९५७)

१०५ गेहम, एछ. डब्ल्यू; 'अॅक्टिव्हिटीज ऑफ दि पल्प अँड पेपर इंडस्ट्री इन नॉर्थ कॅरोलायना ऑन स्ट्रीम पोल्यूशन कंट्रोल.' पहिल्या नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही (मार्च १९५८) पान ११८

१०६ गेहम, एछ. डब्ल्यु; 'इफेक्ट्स ऑफ फायबर बोर्ड वेस्ट्स ऑन स्युवेज ट्रीटमेन्ट प्लँट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १७, ३, ५१० (मे १९४५)

१०७ गेहम, एछ. डब्ल्यू., 'मॉडर्न ॲप्रोचेस टू पल्प अँड पेपर मिल वेस्ट प्रॉब्लेम्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, १२, १३७० (डिसेंबर १९५७)

१०८ गेहम, एछ. डब्ल्यू., 'न्यू अँड बेसिक रिसर्च ॲप्रोचेस टू लिक्विड एफ्ल्युअंट ट्रीट–मेंट,' पेपर ट्रेड जर्नल, १४२, १६, ४० (१९५८)

१०९ गेहम, एछ. डब्ल्यू., 'न्यू रिंकल्स फॉर डीवॉटरिंग पेपर मिल स्लजेस,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, ३०, ५, २५६ (मे १९५९)

११० गेहम, एछ. डब्ल्यू., 'फिजिकल फॅक्टर्स इन्व्हॉल्व्ड इन दि क्लॅरिफिकेशन ऑफ पेपर एफ्ल्युअंट्स,' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ, ३३, ९ (सप्टेंबर १९५०)

१११ गेहम, एछ डब्ल्यू; रिसर्च डेव्हलपमेंट्स इन वेस्ट ट्रीटमेन्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ५, ८२७, (सप्टेंबर १९४५)

११२ गेहम, एछ., 'रिसर्च, नॅशनल कॉन्सिल फॉर स्ट्रीम इंप्रूव्हमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १७, ५, ७८२ (सप्टेंबर १९४५)

११३ गेहट, एछ. डब्ल्यू., आणि व्ही. बेहम,' हायरेट एनिरोबिक डायजेशन ऑफ वेस्ट्स,' स्युवेज वर्क्स जर्नल. २२, ८, १३३४ (ऑगस्ट १९५०)

११४ गेंहम, एछ.डब्ल्यू., आणि डी. ई. ब्लडगुड, 'प्रॉब्लेम्स इन पेपर मिल वेस्ट डिस्पो जल'' २ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (जानेवारी १९४६)

११५ गेहम, एछ. डब्ल्यू; आणि डी. ई. ब्लडगुड, 'वेस्ट डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स इन पेपर मिल्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ६, ११०२ (नोव्हेंबर १९४७)

११६ गेहम, एछ. डब्ल्यू; आणि एन. जे. लार्डियरी, 'वेस्ट ट्रीटमेंट प्रॅक्टिसेस, पेपर इंडस्ट्री,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, ३, २८७ (मार्च १९५६)

११७ गेहम, एछ. डब्ल्यू , आणि पी. मॉर्गन, 'पेपर अँड स्ट्रॉबोर्ड वेस्ट्स, हाय–रेट एनिरोबिक वेस्ट ट्रीटमेंट सिस्टीम,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ५, ८५१, ८५५ (मे १९४९)

११८ गेहम, एछ. डब्ल्यू; 'BOD टेस्ट ॲप्लिकेशन्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ५. ८६५ (सप्टेंबर १९४७)

११९ जेलमन, आय; आणि आर. ब्लॉसर, 'डिस्पोजल ऑफ पल्प अँड पेपर मिल वेस्ट बाय लँड ॲप्लिकेशन अँड इरिगेशन यूज,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५९)

१२० गीसन, जे., 'प्रोसेस फॉर हायड्रोलायझिंग सल्फाईट लिकर,' कॅनॅडियन पेटंट ५४७५९१, (आक्टोबर १५, १९५७)

१२१ गर्नहॅम, सी. एफ., 'फोर्थ सदर्न वेस्ट कॉन्फरन्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, १, २४ (सप्टेंबर १९५५)

१२२ हार्मन, जे. पी; 'यूज ऑफ लिग्नीन सल्फोनेट फॉर डस्ट कंट्रोल ऑन हॉलेज रोड्स इन एरिड रीजन्स,' युनायटेड स्टेट्स ब्यूरो ऑफ माईन्स, परिपत्रक ७८०६, (१९५७)

१२३ हॅरिस, ई: एल; आणि इतर, 'स्पेंट सल्फाईट लिकर फॉर यीस्ट ग्रोथ,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ५, ६८४ (मे १९५२)

१२४ हॉप्ट, एछ., 'बाय-प्रॉडक्ट रिकव्हरी,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ८, २, ३५० (मार्च १९३६)

१२५ हॉले, आर. एस; 'मॉन्रो, मिशि; फायबर बोर्ड रिकव्हरी फ्रॉम वेस्टस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ११, ३, ५१२ (मे १९३९)

१२६ हीरॉन, डब्ल्यू. एम; 'दि लिग्नीन डायमेथील सल्फाईट प्रोसेस,' फॉरेस्ट प्रॉडक्ट्स जर्नल, ७, १२, ४३२ (डिसेंबर १९५७)

१२७ हेन्ली, ई; 'इटर अॅक्शन ऑफ न्यूक्लिअर रेडिएशन वुइथ पल्पिग वेस्ट प्रॉडक्ट्स,' तांत्रिक परिपत्रक क्र. १०९, नाला सुधार राष्ट्रीय परिषद, (आक्टोबर ११५८)

१२८ हर्बर्ट, ए. जे; आणि एल. एफ. बर्जर, 'ए क्रॅफ्ट ब्लीच वेस्ट कलर रिडक्शन प्रोसेस इंटिग्रेटेड वुइथ दि रिकव्हरी सिस्टिम,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची काय वाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९६०) पा. ४९

१२९ हिकॅम, आर., 'रबर रीएन्फोर्स्ड बाय लिग्नीन कॉम्प्लेक्स,' कॅनॅडियन पेटंट ५५०२९३, (डिसेंबर १७, १९५७)

१३० हिकर्सन, आर. सी., आणि ई॰ के. मॅकमॅहॉन, 'स्प्रे इरिगेशन ऑफ वुड डिस्टि-लेशन वेस्ट,' जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचे नियतकालिक, ३२, १, ५५ (१९५०)

१३१ हिल, एम. टी., 'पेपर पल्प डायजेशन कार्बन-नायट्रोजन रेशो,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ११, ५, ८६४ (सप्टेंबर १९३९)

१३२ हॉज, डब्ल्यू. डब्ल्यू., आणि पी. एफ. मॉर्गन, 'कॅरॅक्टरिस्टिक्स अँड मेथड्स फॉर ट्रीटमेंट ऑफ डीइंकिंग वेस्ट्स,' स्युवेज वर्क्स जर्नल १९. ५, ८३० (सप्टेंबर १९४७)

१३३ Hohnl, डब्ल्यू., 'फंगी प्रॉब्लेम्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, ८, १०७८ (ऑगस्ट १९५८)

१३४ होल्डर, जे. एम., आणि डब्ल्यू., ए. Moggio, युटिलायझेशन ऑफ स्पेंट सल्फाईट लिकर,' जलप्रदूषण नियंत्रण संघाचे नियतकालिक ३२, २, १७१ (फेब्रुवारी १९६०)

१३५ होल्डरबी, जे. एम., 'ट्रिक्लिंग फिल्टर एक्सपेरिमेंट्स फॉर सल्फाईट वेस्ट लिकर' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, ४, ६७१ (जुलै १९४९)

१३६ होल्डरबी, जे. एम., आणि डब्ल्यू. ए. Moggio, ' दि प्रॉडक्शन ऑफ न्यूट्रीशनल यीस्ट फ्रॉम सल्फाईट लिकर्स,' फॉरेस्ट प्रॉडक्ट्स जर्नल, ९, ६, २१A (जून १९५९)

१३७ होल्डरबी, जे. एम , आणि डब्ल्यू Moggio, 'स्पेंट सल्फाईट लिकर ट्रीटमेंट अॅट व्हाईन लँडर पेपर कंपनी,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५९) पान १११

१३८ होल्डरबी, जे. एम., आणि ए. जे. वायली,' बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट ऑफ स्पेंट लिकर फ्रॉम दि सल्फाईट पल्पिग प्रोसेस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १, ६१ (जानेवारी १९५०)

१३९ हॉवर्ड, जी. सी., 'हॉवर्ड प्रोसेस फॉर सल्फाईट वेस्ट लिकर डिस्पोजल,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १२, ३, ६४० (मे १९४०)

१४० 'हाऊ नॅशनल्स 'नेचर पॉंडस्' वर्क' पल्प अँड पेपर, (एप्रिल १९५६)

१४१ हल, डब्ल्यू., क्यू. आणि इतर, 'अमोनिया–बेस सल्फाईट प्रोसेस डिस्क्रिप्शन,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २६, १२, १५१३ (डिसेंबर १९५४)

१४२ हल, डब्ल्यू; आणि इतर, मॅग्नेशिया–बेस सल्फाईट पल्पिग डेव्हलपमेंट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ८, १०४६ (ऑगस्ट १९५२)

१४३ हचिन्सन, ओ. एफ; 'फ्लोटेशन प्रोसेस, यूज अँड रिझल्ट्स इन पेपर मिल वेस्ट वॉटर क्लॅरिफिकेशन,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, ४१. ७, पुरवणी १५८ A (जुलै १९५८)

१४४ 'इंडस्ट्रियल गाईड टू पेपर इंडस्ट्री,' ७८ वी यू. एस. काँग्रेस, पहिले अधिवेशन गृह दप्तर २६६, ओहायओ नदी प्रदूषण नियंत्रण सर्वेक्षण, पुरवणी D, परिशिष्ट X, पान ११९३–१२०६

१४५ 'इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड,' ओहायओ नदी प्रदूषण नियंत्रण सर्व्हेक्षण, पुरवणी D, युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा (१९४३), परिशिष्ट X, पान ११९३–१२०६

१४६ 'इंडस्ट्रियल वेस्ट फोरम,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, ५, ६४४ (मे १९४६)

१४७ इन्स्कीप, जी. सी. आणि इतर,' स्पेंट सल्फाईट लिकर, यीस्ट प्रॉडक्शन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ५, ६८७ (मे १९५२)

१४८ 'इन्व्हेस्टिगेशन ऑफ BOD रिडक्शन ऑफ वेस्ट सल्फाईट लिकर बाय हिट हायड्रोलिसिस,' तांत्रिक परिपत्रक ५३, नाला सुधार राष्ट्रीय परिषद, (१९५२)

१४९ जेकब्स, एछ. एल; 'रेयॉन वेस्ट्स, रिकव्हरी अँड ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ३, २९६, ३०७ (मार्च १९५३)

१५० Jahn, ई. सी; 'लिग्नीन रिकव्हरी, पल्प वेस्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १३, ४, ८३५ (जूलै १९४१)

१५१ जोन्स, बी. एफ; आणि इतर, 'अव्हॉयडन्स रिअॅक्शन्स ऑफ साल्मोनिड फिशेस टू पल्प मिल एफ्ल्युअंट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, ११, १४०३ (नोव्हेंबर १९५६

१५२ जोसेफ, एछ. जी; 'अल्कोहोल रिकव्हरी फ्रॉम सल्फाईट लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, १, ६० (जानेवारी १९४५)

१५३ जंग, एछ; 'स्ट्रॉबोर्ड वेस्ट्स, हाय-रेट डायजेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स २५, ५, ६२७ (मे १९५३)

१५४ कीथ, जी., 'हॉवर्ड प्रोसेस फॉर सल्फाईट वेस्ट लिकर डिस्पोजल,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १२, ३, ६४३ (मे १९४०)

१५५ किट्रेल, एफ., 'पल्प अँड पेपर मिल वेस्ट्स, टेनेसी व्हॅली, इफेक्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ८, १०९२ (१९५०)

१५६ नॅक, एम. एफ., 'बोर्ड मिल वेस्ट ट्रीटमेंट, प्लँट डिस्क्रिप्शन,' स्युवेज अँड इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, २३, १२, १५३३ (डिसेंबर १९५१); २३, १, १२० (जानेवारी १९५१)

१५७ नॅक, एम. एफ; 'ए वेस्ट ट्रीटमेंट प्लँट फॉर बोर्ड मिल वेस्टस,' ४ थ्या औद्यो-गिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (सप्टेंबर १९४८)

१५८ कोबे, के. ए., 'युटिलायजेशन अँड ट्रीटमेंट ऑफ सल्फाईट वेस्ट लिकर,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ९, ६, १०१९ (नोव्हेंबर १९३७)

१५९ कोबे, के. ए., आणि ई जे. मॅक्कॉर्मेक, 'पल्पिंग वेस्ट लिकर्स, व्हिस्कॉसिटी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ५, ७२१ (मे १९५०)

१६० कॉच, एछ. सी; 'पेपर मिल वेस्ट डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ७, ९६८ (जुलै १९५०)

१६१ कॉच, एछ. सी; आणि डी. इ. ब्लडगुड,' एक्स्पेरिमेंटल स्प्रे इरिगेशन ऑफ पेपर बोर्ड मिल वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ७, ८२७ (जुलै १९५९)

१६२ कौंच, एछ. सी; आणि जे. जे. लुगर, 'अॅडिशन ऑफ नायट्रेट टू पेपर मिल वेस्ट्स,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालयाचे अभियांत्रिकी परिपत्रक, विस्तार माला, ९६ (१९५८) पान १६३

१६३ कॉमिनेक ई. जी., 'केमिकल ट्रीटमेंट ऑफ व्हाईट वॉटर' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४२, ४, ६१६ (एप्रिल १९५०)

१६४ कॉमिनेक, ई. जी; 'व्हाईट वॉटर केमिकल ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १०, १३८० (आक्टोबर १९५०)

१६५ 'क्रॅफ्ट मिल वेस्ट, स्टोरेज स्टडीज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, २, ३७३ (फेब्रुवारी १९४९)

१६६ क्रॅन्चर, जी. जी; 'स्ट्रॉबोर्ड लगून ऑपरेशन अॅट नोबल्सव्हिल इंडि.,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१)

१६७ क्रॅन्चर, जी. जी; 'स्ट्रॉबोर्ड वेस्ट्स, लगून ऑपरेशन, नोबल्स व्हिल इंडि.,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ७, ९२५ (जुलै १९५२)

१६८ क्रॉनबँच, ए. जे; 'मन्रो, मिशि. ट्रीटमेंट वुइथ स्युवेज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ११, ३, ५१८ (मे १९३९)

१६९ कुलकर्णी, जी. आर., आणि टव्ल्यू. जे. जोलन, 'दि मेकॅनिझम ऑफ अल्कलाईन पल्पिंग,' खंड ९ क्र ३, फ्लॉरिडा विश्वविद्यालय, (मार्च १९५५)

१७० कुरे, ए. आर; 'एथिल अल्कोहोल फ्रॉम सल्फाईट वेस्ट लिकर,' ३ रे ओंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५६) पान १-७

१७१ लॅब आणि अंडर्सन, 'इम्पर्मिएबिलायझेशन ऑफ लगून अॅट इंटरनॅशनल पेपर कं. चिशोलम, मे,' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ, ३८, १, ३९ (जानेवारी १९५५)

१७२ लार्डियरी, ए. जे; 'दि एरोबिक अँड बेंथॉल ऑक्सिजन डिमांड ऑफ पेपर मिल वेस्ट डिपॉझिट्स,' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ, ३७, १२, ७०५ (डिसेंबर १९५४)

१७३ लार्डियरी, एन. जे; 'हाऊ टू ट्रीट पेपर-मिल एफ्ल्युअंट बाय कंट्रोल्ड बायो-ऑक्सिजन मेथड्स,' वेस्ट इंजनिअरिंग, २८, ९, ४५६ (सप्टेंबर १९५७)

१७४ लार्डियरी, एन. जे., 'ऑर्गॅनिक कॉन्स्टिटयअंटस् ऑफ स्ट्रॉबोर्ड वेस्ट्स,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय. (नोव्हेंबर १९४९)

१७५ लॉर्डियरी, एन. जे; 'स्ट्रॉबोर्ड वेस्ट ऑर्गेनिक कॉन्स्टिटयुअंट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५, ६९९ (मे १९५१)

१७६ लँसेटर, एफ. पी., आणि बी. जे. क्वीर्न, 'क्लॅरीफ्लॉक्यूलेशन ऑफ मिल वेस्ट्स,' पेपर ट्रेड जर्नल, १२०, १४, ४५ (१९४५)

१७७ लॉरन्स, डब्ल्यू. ए; आणि एछ. एन. फुकूई, 'कॅल्शियम लिग्नोसल्फोनेट, मायक्रोबियल ऑक्सिडेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, १२, १४८४ (डसेंबर १९५६)

१७८ लॉरन्स, डब्ल्यू. ए; 'अँड्रॉस्कॉगिन रिव्हर, पोल्यूशन बाय पल्प अँड पेपर वेस्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ५, ८८१ (सप्टेंबर १९४८)

१७९ लॉरन्स, डब्ल्यू ए., आणि डी. ई. ब्लडगुड, 'पेपर मिल वेस्ट्स ऑक्सिजन डिमांड, पर्मेंगिनेट मेथड,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ६, ७९२ (जून १९५०)

१८० लॉरन्स, डब्ल्यू. ए आणि डब्ल्यू. सॅकॅमोटो,' दि मायक्रोबियल ऑक्सिडेशन ऑफ सैलोबियोज, ब्युटिरिक अँड लॅक्टिक अॅसिड्स इन दि प्रेझेन्स ऑफ कॅल्शियम लिग्नोसल्फोनेट,' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ, ४२ (१९५९) पा. ९३

१८१ लॉरन्स, डब्ल्यू. ए; 'दि अॅडिशन ऑफ सोडियम नायट्रेट टू दि अँड्रॉसकॉगिन रिव्हर,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २२, ६, ८२० (जून १९५०)

१८२ लेनॉर्ड, आर. एछ., आणि इतर, 'सल्फाईट वेस्ट लिकर, लॅक्टिक अॅसिड फ्रॉम फर्मेंटेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, २, ३७२ (फेब्रुवारी १९४९)

१८३ लेबो, जे. ई., आणि जे, डब्ल्यू. हॅस्लर, 'ट्रिक्लिंग फिलटर स्टडीज,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, २, १७० (फेब्रुवारी १९५७)

१८४ लेनॉर्ड, ए. जी., आणि आर. जे. कीटिंग 'कंप्लीट व्हाईट वॉटर ट्रीटमेंट इन ए टिशू मिल,' पर्ड्यु विश्वविद्यालयाचे अभियांत्रिकी परिपत्रक, विस्तारमाला क्र. ९६ (१९५८) पान २८६

१८५ लेव्हिस, एछ. एफ., 'फायबर रिकव्हरी, रिसर्च रिव्ह्यू,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ९, १२१४ (सप्टेंबर १९५१)

१८६ लिब्बी, सी. ई., 'इंट्रोडक्शन टू दि पल्प अँड पेपर सेशन ऑफ दि थर्ड सदर्न म्युनिसिपल अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट कॉन्फरन्स,' कार्यवाही (मार्च १९५४) पान ८६

१८७ 'लिक्विड वेस्ट, सेंट्रल स्टेट्स स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, असोसिएशन मीटिंग रिपोर्ट,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स,२, ६, १५२ (नोव्हेंबर–डिसेंबर १९५७)

१८८ लोगन, आर. एछ., आणि एछ. ह्यूकेलेकियन, 'ऑक्सिडेशन ऑफ वेस्ट सल्फाईट लिकर,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २०, २, २८२ (मार्च १९४८)

१८९ ल्यूकस, एस. जे., 'मेकॅनिकल आस्पेक्ट्स ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट ऑफ डाउनिंग्टन पेपर कं.,' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ, ४२, १२, १७७ A (डिसेंबर १९५९)

१९० ल्युकेमायर, एल. ई., 'पेपर मेकिंग वुइथ ए क्लोज्ड सिस्टिम,' परिपत्रक., कागद रसायनशास्त्र संस्था, २९, (१९५९) पान ४८२, कॅनॅडियन पेटंट ५६२१३५

१९१ ल्यूनर, Oubey, बॉग्ज, आणि बायली, 'अपग्रेडिंग स्पेंट सल्फाईट लिकर बाय शुगर रिमूव्हल,' फॉरेस्ट्स प्रॉडक्ट्स जर्नल, ८, २, ८२ (ऑगस्ट १९५८)

१९२ मॅक्कार्दी, जे. एल. आणि इतर, 'कन्सिडरेशन ऑफ अमोनियम स्पेंट सल्फाईट लिकर प्रोसेस यूजिंग आयन एक्श्चेंज रेझीन्स,' लगदा आणि कागद उद्योग, तांत्रिक संघ, ४२, (१९५९) पान ३७९

१९३ मॅक्कार्दी, जे. एल., आणि ग्रिमस्त्रड, 'स्पेंट सल्फाईट लिकर, फॅनिंग फ्रिक्शन फॅक्टर्स अँड हीट ट्रॅन्स्फर कोइफिशंट्स फॉर कॉन्सेंट्रेटेड स्पेंट सल्फाईट लिकर्स,' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ ४२ (१९५९) पान ५०३

१९४ मॅक्डर्मेट, जी. एन., 'सोर्सस ऑफ वेस्ट्स फ्रॉम क्रॅफ्ट पल्पिंग अँड थिऑरिटिकल पॉसिबिलिटीज ऑफ रीयूज ऑफ कन्डेंसेट्स,' ३ ऱ्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (मार्च १९५४) पान १०५

१९५ मॅक्इंटॉश, डब्ल्यू. ए., 'लिग्नीन डिस्पोजल, ॲस्फाल्ट इमल्सिफायर,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, १२, १५५२ (डिसेंबर १९५२)

१९६ मॅलोनी, टी. ई, 'युटिलायझेशन ऑफ शुगर्स इन स्पेंट सल्फाईट लिकर बाय ए ग्रीन अल्गा, क्लोरोकोकम मॅक्रोस्टिग्मॅट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, १२, १९३५ (डिसेंबर १९५९)

१९७ मार्कझेक, ई, आणि जे. झीलिन्स्की, 'सल्फाईट वेस्ट ट्रीटमेंट, ॲक्टिव्हेटेड स्लज ट्रिक्लिंग फिल्टर,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, ६, ८३८ (जून १९५८)

१९८ मार्टिन, जी., आणि ई. पी. मिलर, ' BOD ऑफ सल्फाईट वेस्ट लिकर, इफेक्ट ऑफ डायल्यूशन वॉटर,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १३, ४, ६५९ (जुलै १९४१)

१९९ मीघेन, ए. डी., 'एक्स्पेरिमेंटल स्प्रे इरिगेशन ऑफ स्ट्रॉबोर्ड वेस्ट्स,' पर्ड्यू विश्वविद्यालयाचे अभियांत्रिकी परिपत्रक, विस्तार माला ९६ (१९५८) पान ४५६

२०० मेरिल, ई. आय., 'रिडक्शन ऑफ पेपर मिल पोल्यूशन थ्रु रिसर्क्युलेशन,' ५ व्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (एप्रिल १९५६) पा. ८८

२०१ मेरीफील्ड, एफ; 'युटिलायझेशन अँड ट्रीटमेन्ट ऑफ सल्फाईट वेस्ट लिकर,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ८, ५, ८६८ (सप्टेंबर १९३६)

२०२ मेयर, डब्ल्यू जी; आणि जे, जी. कॉमा, 'डायमेथिल सल्फाईड प्रॉडक्शन फ्रॉम क्रॅफ्ट पल्प मिल ब्लॅक लिकर,' केमिकल इंजनिअरिंग प्रोग्रेस, ५४, ५, १७८ (मे १९५८)

२०३ मिलर एछ. ई., आणि जे एम. निस्कर्न, 'डिझाईन फॉर कंट्रोल अँड ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट्स अॅट वेस्ट व्हर्जीनिया पल्प अँड पेपर कं.,' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९५४) पान ५३१

२०४ मायनर आणि कीटिंग, 'रिकव्हरी अँड रीयुज ऑफ बॉक्स बोर्ड मिल एफ्ल्युअंट', तांत्रिक पुनर्मुद्रित T–१५५ लगदा व कागद उद्योग तांत्रिकी संघाची ४९ वी वार्षिक सभा, (फेब्रुवारी २०, १९५७)

२०५ मायनर आणि कीटिंग, 'रिकव्हरी अँड रीयूज ऑफ बॉक्स बोर्ड मिल एफ्ल्युअंट,' कॅनॅडियन पल्प अँड पेपर इंडस्ट्री, ११, ९, ३९ (सप्टेंबर १९५८)

२०६ Moggio, डब्ल्यू. ए., 'कलर रिमूव्हल फ्रॉम क्रॅफ्ट मिल वेस्ट्स', ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५४)

२०७ Moggio, डब्ल्यू. ए., कंट्रोल अँड डिस्पोजल ऑफ क्रॅफ्ट मिल एफ्ल्युअंट्स,' अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजनिअर्सची कार्यवाही, खंड ८०, स्वतंत्र क्रमांक ४२०, (मार्च १९५४)

२०८ Moggio, डब्ल्यू. ए; 'क्रॅफ्ट मिल एफ्ल्युअंट, कंट्रोल अँड डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, २, २४१ (फेब्रुवारी १९५५)

२०९ Moggio, डब्ल्यू. ए; 'स्टोरेज स्टडीज ऑफ क्रॅफ्ट मिल वेस्ट्स,' लुइझियाना राज्य विश्वविद्यालयीन अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, १३ वी माला, (१९५८)

२१० Moggio, डब्ल्यू ए., बार्न्स, आणि कॉमर, 'बॅक्टीरिऑलॉजिकल स्टडीज ऑफ स्टोअर्ड क्रॅफ्ट पेपर मिल-वेस्ट्स,' लुइझियाना राज्य विश्वविद्यालयीन अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र १९ वी माला, (१९५०)

२११ Moggio, डब्ल्यू. ए., आणि एछ., डब्ल्यू. गेहम, 'बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट ऑफ क्रॅफ्ट पेपर मिल वेस्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १०, १३२६ (आक्टोबर १९५०)

२१२ Moggio, डब्ल्यू. ए; आणि एछ, डब्ल्यू. गेहम 'क्रॅफ्ट मिल वेस्ट्स अॅक्टिव्हेटेड लज पायलट प्लँट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ३, ३०५ (मार्च १९५३)

२१३ Moggio, डब्ल्यू. ए., आणि एछ. डब्ल्यू. गेहम, 'क्रॅफ्ट मिल वेस्ट्स, बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २२, १०, १३२६ (आक्टोबर १९५०)

२१४ मूर, टी. एल. 'एॅन अॅक्टिव्हेटेड स्लज फॉर पल्प अँड पेपर वेस्ट्स,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पड्यूं विश्वविद्यालय, (मे १९५५)

२१५ मूर, टी, एल., 'अॅप्लाइंग दि मॉडिफाईड अॅक्टिव्हेटेड स्लज प्रोसेस टू दि ट्रीटमेंट ऑफ क्रॅफ्ट वेस्ट्स,' ४ थ्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही (एप्रिल १९५५) पान ७०

२१६ मॉर्गन, पी; 'डी इंकिंग बेस्ट्स, पायलट प्लँट ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ३, ५१२ (मार्च १९४९)

२१७ मॉर्गन, पी., डीइंकिंग वेस्ट्स, स्टडी ऑफ प्रॉब्लेम, कॅलॅमाझू मिशि.,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १, १४० (जानेवारी १९५०)

२१८ मॉरिसन, एछ. ए, 'व्हाईट वॉटर रीयूज अँड डिस्पोजल,' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ, (फेब्रुवारी २५, १९४६)

२१९ मर्डोक, एछ; पोल्यूशन वेस्ट्स, स्टेट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २४, ११ १४४३ (नोव्हेंबर १९५२)

२२० मर्डोक, एच. आर; 'पल्प अँड पेपर इंडस्ट्री,' 'इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ५०७ (मार्च १९५२)

२२१ मर्डोक, एछ. आर., 'पल्प अँड पेपर इंडस्ट्री सिंपोझियम ऑन लिक्विड वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अॅन्ड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ५०७ (मार्च १९५२)

२२२ मर्डोक, एछ. आर; 'वेस्ट ट्रीटमेंट डेव्हलपमेंट रिव्ह्यू,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, १, ७१ (जानेवारी १९५४)

२२३ मर्डोक, एछ. आर., 'वुड पल्प इंडस्ट्रीज आर रिड्यूसिंग पोल्यूशन लोड्स ऑन स्ट्रीम्स बाय मॉडर्न मेथड्स अँड इक्विपमेंट,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४५, ११, १०२ A, (नोव्हेंबर १९५३)

२२४ अपशिष्ट उपचारणातील नाला सुधार परिसंवादाकरता राष्ट्रीय परिषद, 'मिल साईट सिलेक्शन,' 'क्रॅफ्ट मिल वॉटर,' पोल्यूशन लोड फॅक्टर्स,' 'सॉलिड्स रिमूव्हल,' बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट,' 'सल्फाईट लिकर ट्रीटमेंट,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ५, १७७ (मे–जून १९५६)

२२ नील, ए. टी., 'पल्प अँड पेपर वेस्ट्स इन वॉशिंग्टन,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, २, २९ (मार्च-एप्रिल १९५८)

२२६ नेमेरो, एन एल, 'फायबर लॉसेस, इफेक्ट ऑन स्ट्रीम्स अँड स्युवेज प्लँटस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ७, ८८० (जुलै १९५१)

२२७ नेदरकट, पी. ई; 'पल्प अँड पेपर,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ५१, १, ४७ A (जानेवारी १९५९)

२२८ नोलन, डब्ल्यू. जे., 'दि अल्कलाईन पल्पिंग ऑफ बगॅस फॉर हाय स्ट्रेंग्थ पेपर्स अँड डिझॉल्विंग पल्प्स,' खंड ९, क्र. ३, फ्लॉरिडा विश्वविद्यालय, (मार्च १९५५)

२२९ नोलन, डब्ल्यू. जे; 'कंटीन्यूअस क्रॅफ्ट पल्पिंग, इट्स सेन्सिटिव्हिटी टू दि कुकिंग व्हेरिएबल्स,' सदर्न पल्प अँड पेपर जर्नल, १९, ६, (जून ११, १९५६)

२३० नोलन, डब्ल्यू. जे; 'इन्क्रीजिंग क्वालिटी अँड प्रॉडक्शन इन हाय यील्ड क्रॅफ्ट अँड सेमीकेमिकल पल्प्स,' फ्लारिडा विश्वविद्यालयातील अभियांत्रिकी प्रगती, पत्रिका माला, खड ८ वा, क्र. २, पुरवणी, नोव्हेंबर १९५४, पेपर इंडस्ट्री, ३६, २ (मे १९५४)

२३१ नोलन, डब्ल्यू. जे. 'दि सल्फेट प्रोसेस,' फ्लॉरिडा विश्वविद्यालयातील अभियांत्रिकी प्रगती, तांत्रिक प्रबंध माला, प्रबंध १०२, खंड ८ वा, क्र १, (नोव्हेंबर १९५४)

२३२ नूरडॅम-गेल्डेवॅगन, एम. ए; आणि इतर, 'मल्फाईट इन्फ्ल्युएन्स ऑन स्ट्रॉबोर्ड मिल फर्मेंटेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४. ११, १४३७ (नोव्हेंबर १९५२)

२३३ Odferkuch, आर. ई ज्यू., 'कंबाइन्ड ट्रीटमेन्ट ऑफ स्युवेज अँड पल्प मिल वेस्ट्स.' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, २२, १२, ६५८ (डिसेंबर १९५१)

२३४ Opferkuch, आर. ई. ज्यू; आणि एछ. एफ. बर्जर, एनिरोबिक डायजेशन ऑफ स्पेंट सेमीकेमिकल पल्पिग लिकर,' ३ न्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (मार्च १९५४) पान ९०

२३५ ऑर्लोब, जी. टी; आणि ई. एफ. एल्ड्रिज, 'पल्प मिल वेस्ट्स, डीप वॉटर डिस्पोजल, एव्हरेट, वॉशि.,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ४, ५२० (एप्रिल १९५४)

२३६ ऑथ्मर, डी. एफ, 'केमिकल रिकव्हरी फ्रॉम पल्पिग लिकर,' इंडस्ट्रियल अॅन्ड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ५०, ३, ६० A (मे १९५१)

२३७ पॅलॅडिनो, ए. जे., 'डीइंकिंग वेस्ट ट्रीटमेन्ट प्लँट, डिझाईन,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५, ६९९ (मे १९५१)

२३८ पॅलॅडिनो, ए. जे, 'डीइंकिंग वेस्ट ट्रीटमेन्ट प्लॅन्ट डिझाईन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २३, ११, १४१९ (नोव्हेंबर १९५१)

२३९ पॅलॅडिनो, ए. जे; 'डिझाईन फॅक्टर्स फॉर प्रायमरी ट्रीटमेंट ऑफ पल्प अॅन्ड पेपर मिल वेस्ट,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ८, २६७ (नोव्हेंबर-डिसेंबर १९५६)

२४० पॅलॅडिनो, ए. जे; 'डिझाईन ऑफ डीइंकिंग वेस्ट ट्रीटमेंट प्लँट,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९)

२४१ पॅलॅडिनो, ए. जे., 'नीड फॉर रिव्हाइज्ड स्युवरिंग टेकनिक्स इन पेपर बोर्ड मिल्स,' पेपर ट्रेड जर्नल, १४१ (ऑगस्ट २६, १९५७) पा. २६

२४२ पॅलॅडिनो, ए. जे, 'ऑपरेटिंग रिझल्ट्स, डेमॉन्स्ट्रेशन प्लँट फॉर ट्रीटमेंट ऑफ डीइंकिंग वेस्ट्स,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

२४३ पॅलॅडिनो, ए. जे; ट्रीटमेंट ऑफ पल्प अँन्ड पेपर मिल वेस्ट एफ्ल्युअंट्स इन दि कॅलॅमेश् रिव्हर व्हॅली,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्या–लय, (मे १९५५)

२४४ पॅलॅडिनो, ए. जे. आणि जे. एफ. बेगॅस, 'डीइंकिंग, टू ट्रीटमेंट प्लँट्स डिस्क्रि–प्शन,' स्युवेज अँन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, ७, ९२४ (जुलै १९५६)

२४५ पॅलॅडिनो, ए. जे. आणि जे एफ. बेगँस, 'डीइंकिंग वेस्ट ट्रीटमेंट प्लॅन्ट्स अॅट प्लेन्वेल, मिशि., अँन्ड फिच्बर्ग मॅसॅ.,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१)

२४६ 'पेपर मिल वेस्ट ट्रीटमेंट प्लॅन्ट कन्स्ट्रक्शन, १९५४,' स्युवेज अँन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ९७, १२, ६८ (डिसेंबर १९५४)

२४७ पॅस्को, बुचॅनन, केनेडी, आणि सॅव्होला, 'दि सॅव्होला सल्फाईट कुकिंग अँन्ड रिकव्हरी प्रोसेस,' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ, ४२, (१९५९) पान २६५

२४८ पर्ल, आय. ए., आणि एछ. के. बेन्सन, 'कॅटॅलिटिक ऑक्सिडेशन बाय अॅट्मॉस्फे–रिक ऑक्सिजन,' स्युवेज अँन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १४, ५, ११५७ (सप्टेंबर १९४२)

२४९ पिअर्सन, बी. व्ही., आणि ओ. बी. बर्न्स, 'अॅक्टिव्हेटेड स्लज ट्रीटमेंट ऑफ क्रॅफ्ट अँन्ड न्यूट्रल सल्फाईट मिल वेस्ट्स,' स्युवेज अँन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, १०, ११४५ (आक्टोबर १९५७)

२५० पेहर्सन आणि रेनेर्फेल्ट, 'स्वीडिश पायलट प्लँट्स फॉर बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट वॉटर फ्रॉम दि पल्प अँन्ड पेपर इंडस्ट्री,' Svensk Papperstidning, (स्वीडन) ६१, १८ B, ८७९ (१९५८)

२५१ पेरी, एफ. जी., आणि इतर, 'इकॉनॉमिक्स ऑफ फर्फ्युरल प्रॉडक्शन फ्रॉम हार्ड–वुड वुइथ रेफरन्स टू युटिलायझेशन ऑफ वेस्ट वॉटर फ्रॉम दि पल्प अँन्ड पेपर इंडस्ट्री,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५९)

२५२ पीटर्स, जे. जीं., टक्निकल अँड बायॉलॉजिकल आस्पेक्ट्स ऑफ वेस्ट वॉटर ट्रीटमेंट अॅट डाइनिंगटाऊन पेपर कं.,' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ, ४२, १२, १७५ A, (डिसेंबर १९५९)

२५३ पिंडर, के. एल; आणि डब्ल्यू. एछ. गॉव्हिन, 'अँटोमाईज्ड सस्पेन्शन टेक्नीक,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ४, २, २६ (मार्च-एप्रिल १९५९)

२५४ पोर्टर, सी. सी., आणि ए. डब्ल्यू. बिशप, 'ट्रीटमेंट ऑफ पेपर मिल वेस्ट्स इन बायोकेमिकल ऑक्सिडेशन पॉंड्स,' इंडस्ट्रियल अॅन्ड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४२, १, १०२ (जानेवारी १९५०)

२५५ प्रॅट, एस. के., 'अकॉंप्लिशमेंट्स ऑफ मिल्स ऑन वॉटर क्वालिटी कंट्रोल,' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ, ४२, ७, १५० A (जुलै १९५६)

२५६ प्राईस, एफ. ए., 'दि लिग्नोसोल सागा: सक्सेसफुल डेव्हलपमेंटस ऑफ सल्फाईट लिकर प्रॉडक्ट्स,' पल्प अँड पेपर मॅगेझीन ऑफ कॅनडा, ५९, ३, ८८ (मार्च १९५८)

२५७ प्रीस्ट, जे. जे., 'प्रॉब्लेम्स ऑफ पेपर मिल्स व्हेन कॉम्प्लेक्स इंटरेस्ट्स आर इनव्हॉल्व्ड,' ५ व्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (एप्रिल १९५६) पान १७९

२५८ 'पल्प अँड पेपर मिल वेस्ट डिस्पोजल बाय इरिगेशन अॅन्ड लँड अॅप्लिकेशन,' तांत्रिक परिपत्रक क्र. १२४, नाला-सुधार राष्ट्रीय परिषद, (डिसेंबर १९५९)

२५९ 'पल्प अॅन्ड पेपर वेस्ट,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, ३, ६३ (मे-जून १९५८)

२६० 'पल्प वेस्ट पोल्यूशन ऑफ पगेट साऊंड ऑइस्टर बेड्स,' युनायटेड स्टेट्स मत्स्य व्यवसाय विभागाचा अहवाल, स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ४, ५, ९२४ (सप्टेंबर १९३२)

२६१ कर्क, टी, पी., 'अमेनेबिलिटी ऑफ ए मिक्स्चर ऑफ स्युवेज, सीरीयल अँन्ड बोर्ड मिल वेस्ट्स टू बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट,' पर्ड्यू विश्वविद्यालयाचे अभियांत्रिकी परिपत्रक, विस्तारमाला क्र. ९६ (१९५८) पान ५२३

२६२ कर्क, टी. पी., 'बोर्ड मिल वेस्ट्स, ७ व्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अप-शिष्ट संमेलनाची कार्यवाही (मे १९५८) पा. ५७

२६३ रॅटलिफ, एफ. सी., 'द यूज ऑफ सर्क्युलेटिंग लगून इन ए पेपर मिल एफ्ल्युअंट प्रोग्रॅम,' पर्ड्यू विश्वविद्यालयाचे अभियांत्रिकी परिपत्रंक, विस्तार माला क्र. ९४ (१९५७) पान ५०२

२६४ 'रेयॉनिअर्स न्यू सोडियम बेस प्रोसेस,' पेपर मिल न्यूज, ८२, ५१, १२ (१९५९)

२६५ 'रिकव्हर पल्पिग केमिकल्स धिस न्यू वे,' केमिकल इंजनिअरिंग, ६४, २, १६८ (फेब्रुवारी १९५७)

२६६ 'रपोर्ट ऑन सेमिकेमिकल वेस्ट्स,' नाला सुधार राष्ट्रीय परिषद अहवाल क्र. २४, (जून १९४९)

२६७ रॉब्रिन्स, एम. एछ., 'ॲक्टिव्हेटेड स्लज ट्रीटमेंट ऑफ न्यूट्रल सल्फेट सेमीकेमि-कल वेस्ट,' तांत्रिक परिपत्रक १०३, नाला सुधार राष्ट्रीय परिषद (मार्च २४, १९५८)

२६८ रॉबिन्सन, एल. ई; 'दि कंट्रोल ऑफ पेपर मशिन स्टॉक लॉसेस,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, ४२, ८, १५८ A (ऑगस्ट १९५९)

२६९ रॉबिन्सन, एल. ई; आणि हॅरिस, 'मेजर सेव्हिंग्ज फॉर मॅग्नेफाईट,' पल्प अँड पेपर, ३३, १०, ८७ (आक्टोबर १९५९)

२७० रोमॅनो, ए. एछ; 'फ्यूमॅरिक ॲसिड फर्मेन्टेशन ऑफ स्पेंट सल्फ्यूरिक लिकर,' लगदा आणि कागद उद्योग, तांत्रिक संघ, ४१ (१९५८) पान ६८७

२७१ रॉस, ई. एन; 'टर्बिडिटी रिडक्शन इन पेपर मिल वेस्ट वॉटर,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९६०) पान २४०

२७२ रॉले, जॉर्डन, ऑल्सेन, आणि Huettl, 'पल्प, पेपर, अँड इन्शुलेशन मिल वेस्ट ॲनॅलिसिस,' परिपत्रक क्र. १९, मिनेसोटा अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्राचे विश्वविद्यालय, खंड १४ वा क्र. १३, (मार्च १७, १९४२)

२७३ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू., 'इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट, न्यू यॉर्क: रिन्होल्ड पब्लिशिंग कॉर्पो. (१९५३), पान १९५, प्रबंधिका माला क्र. ११८

२७४ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू., आणि एछ. आर. अँबर्ग, 'व्हाईट वॉटर ट्रीटमेंट, इफेक्ट ऑफ सल्फाइड्स ऑन डायजेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, १०, १२७८ (आक्टोबर १९५२)

२७५ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू., आणि एछ. आर. अँबर्ग, 'व्हाईट वॉटर ट्रीटमेंट फॅक्टर्स ॲफे-क्टिग एनिरोबिक डायजेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ९, ११०८ (सप्टेंबर १९५२)

२७६ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू., आणि एछ. आर. अँबर्ग, 'व्हाईट वॉटर ट्रीटमेंट, फॅक्टर्स ॲफे-क्टिग एफिशिअन्सी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ११, १४०२ (नोव्हेंबर १९५२)

२७७ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू., आणि ई. जे. ॲक्स, 'क्लॅरिफिकेशन ऑफ पेपर मिल व्हाईट वॉटर,' पेपर ट्रेड जर्नल, (एप्रिल १, १९४८)

२७८ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू., आणि ई. जे. अ‍ॅक्स, 'व्हाईट वॉटर ट्रीटमेंट अँड रिकव्हरी,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, ९६, ६. २१९ (जून १९४८)

२७९ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू, आणि एन. एल. नेमेरो,' रॅग, रोप अँड जूट वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ४, ४८० (एप्रिल १९५२)

२८० रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू., आणि एन. एल. नेमेरो, 'रॅग, रोप, अँड जूट वेस्ट्स फ्रॉम स्पेशल्टी पेपर मिल्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ५, ६६१ (मे १९५२), २४, ६, ७६५ (जून १९५२), २४, ७, ८८२ (जुलै १९५२), २४, ८, १००५ (ऑगस्ट १९५२)

२८१ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू., आणि एन. एल. नेमेरो, 'सम फॅक्टर्स अ‍ॅफेक्टिंग स्लाईम फॉर्मेशन अँड फ्रीनेस इन बोर्ड-मिल स्टॉक,' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ, ३३, ७ (जुलै १९५०)

२८२ रू, जे. डी., 'वेस्ट डिस्पोजल प्रॉब्लेम इन पल्प अ‍ॅन्ड पेपर इंडस्ट्री,' स्युवेज अ‍ॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ३, ३६५ (एप्रिल १९२९)

२८३ सॅफर्ड, टी. एछ; 'दि लोकेशन ऑफ वेट प्रोसेस इंडस्ट्रीज,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५५)

२८४ सॅल्व्हेसेन, जे. आर; 'फ्रॉम वेस्ट अ‍ॅन्ड नुइजन्स टू यूज अ‍ॅन्ड प्रॉफिट,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ३, ८७ (जानेवारी-फेब्रुवारी १९५६)

२८५ सॅल्व्हेसेन, जे. आर; 'युटिलायझिंग लिग्नोसल्फोनेट्स फ्रॉम स्पेंट सल्फाईट लिकर,' फॉरेस्ट प्रॉडक्ट्स जर्नल, ९, ६ (जून १९५९)

२८६ सॅन्बॉर्न, एन; 'स्लाईम-प्रोडयूसिंग बॅक्टीरिया इन पल्प अँड पेपर प्रॉडक्शन,' स्युवेज अ‍ॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १७, २, ४०५ (मार्च १९४५)

२८७ सॅव्हेज, आर. एछ; आणि एछ. सी. कॉच, 'वेस्ट डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स, इव्हॅल्यूएशन्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १२, १५६७ (डिसेंबर १९५०)

२८८ सॉयर, सी., 'अ‍ॅक्टिव्हेटेड स्लज ट्रीटमेंट ऑफ सल्फाईट वेस्ट लिकर वुईथ स्युवेज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १३, ३, ६२५ (मे १९४१)

२८९ शॅफर, एम. आर., 'थ्री कमर्शियल प्रोसेस नाऊ अव्हेलेबल फॉर NSSC रिकव्हरी,' पेपर ट्रेड जर्नल, १४२, ५, ३६ (मे १९५८)

२९० शीन, आर. टी; 'व्हाईट वॉटर ट्रीटमेंट, अ‍ॅन इंडस्ट्रियल वेस्ट प्रॉब्लेम,' पेपर ट्रेड जर्नल, १२६, ९, १०६ (फेब्रुवारी २६, १९४८)

२९१ शेली आणि पिकन्स, 'सोप कलेक्शन इन सल्फेट प्रोसेस,' सदर्न पल्प अँड पेपर जर्नल, २१, ८, ४९ (ऑगस्ट १९५८)

२९२ Siekierzynska, एछ; आणि Zielinski, 'सल्फेट सेल्यूलोज, प्रोसेस वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ७, ९३१ (जूलै १९५४)

२९३ सिप्सन, आर. डब्ल्यू; 'टिश्यू पेपर वेस्ट्स ट्रीटेड बाय सेव्ह-ऑल क्लोज्ड सिस्टिम,' स्युवेज वर्क्स इंजनिअरिंग, २०, ३, १३४ (मार्च १९४९)

२९४ सिप्सन, आर. डब्ल्यू., ई. टी. ड्यूक आणि के थॉम्प्सन, 'ॲस्बेस्टॉस पेपर वेस्ट ट्रीटमेंट,' वॉटर अँन्ड स्युवेज वर्क्स, ९९, ७, २८६ (जुलै १९५२)

२९५ स्क्यूज, टी. जे; आणि एछ. के. बेन्सन, 'ऑक्झॅलिक ॲसिड रिकव्हरी फ्रॉम सल्फाईट वेस्ट लिकर,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ११, ५, ९२१ (सप्टेंबर १९३९)

२९६ स्किन्नेर, एछ. जे; 'वेस्ट प्रॉब्लेम्स इन पल्प अँड पेपर वेस्ट्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १२, २, ३९७ (मार्च १९४०)

२९७ स्मिथ आणि Sehirtzinger, 'प्रिव्हेन्शन ऑफ फायबर लॉसेस फ्रॉम पेपर मशीन सिस्टीम,' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ, ४१, ११, १६३ A (नोव्हेंबर १९५८)

२९८ स्नेल, एफ. डी; 'कॅरॅक्टरिस्टिक्स ऑफ वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ९, २, ३२७ (मार्च १९३७)

२९९ साऊथगेट, बी; 'इंग्लंड, वेस्ट ट्रीटमेंट अँन्ड डिस्पोजल प्रॅक्टिस,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, २, ३४० (मार्च १९४६)

३०० 'स्पेंट सल्फाईट लिकर, इव्हॅपोरेशन,' १९५१ औद्योगिक अपशिष्ट चर्चामंडळ (forum), स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ७, ८७० (जुलै १९५२)

३०१ स्पेरी, डब्ल्यू. ए; 'पेपर अँन्ड स्ट्रॉबोर्ड वेस्ट्स, कोऑपरेटिव्ह एफर्ट सॉल्व्हज प्रॉब्लेम,' स्युवेज अँन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ३, ५७६ (मे १९४९)

३०२ स्टॅह्ल, बी. एफ; 'पेपर मिल वेस्ट्स, पायलट प्लँट एक्स्पेरिमेंट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ७, ९६८ (जुलै १९५०)

३०३ स्टॅन्ले, डब्ल्यू. ई; आणि आर. डी. एलिस,' इंप्रेग्नेटेड पल्प पाईप वेस्ट ट्रीटमेंट डिस्क्रिप्शन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ८, ९९१ (ऑगस्ट १९५४)

३०४ Steinschneider (Dipl-ng), जर्मनी, 'सोर्सेस अँन्ड कॅरेक्टरिस्टिक्स ऑफ वेस्ट्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ७, ३, ५८९ (मे १९३५)

३०५ स्टिल्झ, डब्ल्यू. पी; 'व्हायब्रेटिंग स्क्रीन्स इन इंडस्ट्रियल वेस्ट वॉटर ट्रीटमेंट,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, २, ६८ (नोव्हेंबर–डिसेंबर १९५५)

३०६ स्ट्रॉय, सी. पी; 'पेपर पल्प डायजेशन, इफेक्ट ऑफ नायट्रोजन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १६, १, ३० (जानेवारी १९४४)

३०७ स्ट्रॉब, सी. पी; 'पेपर पल्प डायजेशन लोडिंग,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १५, ५, ८५७ (सप्टेंबर १९४३)

३०८ 'स्ट्रीम इंप्रुव्हमेंट रिसर्च,' केमिकल अॅन्ड इंजनिअरिंग न्यूज, २५, २२, १५७९ (जून २, १९४७)

३०९ स्वेस, आर. जे; 'डायजेस्टर वेस्ट्स, यूज अॅज रोड बाइंडर,' स्युवेज अॅन्ड इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, २७, ११, १३१५ (नोव्हेंबर १९५५)

३१० 'सल्फाईट वेस्ट रिकव्हर्ड, स्ट्रीम पोल्यूशन रिडयूस्ड,' संपादकीय, वेस्टस इंजनि-अरिंग, ३०, ९, ५१२ (सप्टेंबर १९५९)

३११ सलिन्स, जे. के; 'स्ट्रीम इंप्रूव्हमेंट प्रोग्रॅम फॉर ए पेपर मिल,' स्युवेज अँड इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, २९, ६, ६८१ (जून १९५७)

३१२ 'सर्व्हे ऑफ वॉटर यूसेजेस इन सदर्न क्रॅफ्ट इंडस्ट्री,' तांत्रिक परिपत्रक क्र. ९७, नाला सुधार राष्ट्रीय परिषद, (ऑगस्ट २८, १९५७)

३१३ सिल्व्हेस्टर, आर. ओ., 'फॅक्टर्स इन्हॉल्व्हड इन दि लोकेशन ऑफ ए प्रपोज्ड पल्प मिल ऑन ए टायडल एस्चुअरी,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

३१४ सिल्व्हेस्टर, आर. ओ; 'पल्प मिल लोकेशन स्टडी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ४, ५०८ (एप्रिल १९५२)

३१५ 'ट्रीटमेंट ऑफ स्ट्रॉबोर्ड वेस्ट,' नाला सुधार राष्ट्रीय परिषद, अहवाल क्र १५ न्यू यॉर्क, (डिसेंबर १९४७)

३१६ 'ट्वेल्थ पर्ड्यू इंडस्ट्रियल वेस्ट कॉन्फरन्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, ४, १०७ (जुलै-ऑगस्ट १९५७)

३१७ टायलर, आर. जी; 'BOD रिडक्शन बाय अल्कोहोल फर्मेंटेशन अॅन्ड फॉडर यीस्ट रिकव्हरी,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १६, १, ७० (जानेवारी १९४७)

३१८ टायलर, आर. जी; 'स्ट्रीम एरिएशन फॉर कंट्रोल ऑफ सल्फाईट वेस्ट लिकर,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १४, ४, ८३४ (जुलै १९४२)

३१९ टायलर, आर. जी; आणि एस गंटर, 'BOD ऑफ सल्फाईट वेस्ट लिकर,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २०, ४, ७०९ (जुलै १९४८)

३२० टायलर, आर. जी; आणि डब्ल्यू. मस्के, 'यीस्ट प्रॉडक्शन फ्रॉम सल्फाईट वेस्ट लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ३. ५१६ (मे १९४८)

३२१ टायलर. आर. जी; डब्ल्यू. मस्के, आणि आर. ब्रुअर, 'हाय-रेट फिल्टर ट्रीट-मेन्ट एक्स्पेरिमेंटस वूइथ सल्फाईट वेस्ट लिकर,' स्युवेज अँन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, ६, ११५५ (नोव्हेंबर १९४६)

३२२ Ulfsparre, एस. 'इव्हॅपोरेशन अॅन्ड बर्निग ऑफ सल्फाईट वेस्ट लिकर,' "Svensk Papperstidning" (स्वीडन) ६१, १८ B, ८०३ (१९५८)

३२३ व्हॅन डेर्वीर, पी. डी; 'हाऊ CZ गेट्स प्रॉफिट्स आऊट ऑफ सल्फाईट अँड क्रॅफ्ट मिल लिकरर्स,' पेपर ट्रेड जर्नल, ४२ (१९५८) पान ४६

३२४ व्हॅन हॉर्न, डब्ल्यू. एम., 'दि इफेक्ट्स ऑफ पल्प अँड पेपर मिल वेस्ट ऑन अॅक्वे-टिक लाईफ,' ५ वे ऑंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (मे १९५८) पान ६०-६६

३२५ व्हॅन हॉर्न, डब्ल्यू. एम., 'दि रिलेशन ऑफ क्रॅफ्ट पल्पिग वेस्ट्स, ऑन स्ट्रीम एन्व्हायर्नमेंट,' ६ व्या दक्षिण नागरी औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही (१९५७) पान १८७

३२६ व्हॅन हॉर्न, डब्ल्यू. एम, 'स्ट्रीम पोल्यूशन अबेटमेंट स्टडीज इन पल्प अँन्ड पेपर इंडस्ट्री,' विन्स्कॉन्सिन शास्त्रीय विद्वत्पीठाचा कारभार, ३९ (१९४९) पान १०५

३२७ व्हॅन हॉर्न, डब्ल्यू. एम., आणि वाल्च, 'स्ट्रीम पोल्यूशन आस्पेक्ट ऑफ स्लाईम कंट्रोल एजंट्स,' लगदा आणि कागद उद्योगाचा तांत्रिक संघ, ३८, ३, १५१ (मार्च १९५५)

३२८ व्हॅन हॉर्न, डब्ल्यू. एम, आणि इतर, 'दि इफेक्ड ऑफ क्रॅफ्ट पल्प वेस्ट्स ऑन फिश लाईफ,' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ, ३५, ५, (मे १९५०)

३२९ व्हिलब्रँड्ट, डी. एफ., आणि इतर, 'टॉल ऑईल इन्व्हेस्टिगेशन्स,' व्हर्जीनिया पॉलिटेक्नीक संस्था अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, माला ८९

३३० व्हॉग्लर, जे. एफ. आणि डब्ल्यू. रुडॉल्फस, 'फॅक्टर्स इन्व्हॉल्व्हड इन दि ड्रेनेज ऑफ व्हाईट वॉटर स्लज,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्व-विद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९)

३३१ व्हॉग्लर, जे. एफ., आणि डब्ल्यू. रुडॉल्फस, 'व्हाईट वॉटर स्लज ड्रेनेज फॅक्टर्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ६, ५९९ (मे १९५१)

३३२ वॅडेल, जे. सी., 'अॅप्लिकेशन ऑफ दि ओहायओ बॉक्स बोर्ड कंपनी वॉटर सिस्टिम इन दि रिकव्हरी ऑफ पेपर मिल वेस्ट्स,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

३३३ वॉल्डीचक, एम; 'पोल्यूशन सर्व्हे, ब्रिटिश कोलंबिया कॅनडा,' स्युवेज अँड इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, २८, २, १९९ (फेब्रुवारी १९५६)

३३४ वॉल्डरमेयर, टी; 'ट्रीटमेंट ऑफ पेपर–मिल वेस्ट्स,' पेपर मेकिंग, ७६, ३, ६ (मार्च १९५७)

३३५ वॉलरस्टिएन, जे. एस; आणि इतर, 'प्रोटीन रिकव्हरी फ्रॉम सल्फाईट वेस्ट लिकर अँड फर्मेंटशन वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १७, २, ४०३ (मार्च १९४७)

३३६ वॉरिक, एल. एफ; 'क्लासिफिकेशन ऑफ वेस्ट्स, कॅरेक्टरिस्टिक्स, स्ट्रीम पोल्यूशन आस्पेक्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ३, १०९८ (नोव्हेंबर १९४७)

३३७ वॉरिक, एल. एफ, 'हॉवर्ड प्रोसेस फॉर सल्फाईट वेस्ट लिकर डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १२, ३, ६४१ (मे १९४०)

३३८ वॉरिक, एल. एफ., 'पल्प अँड पेपर इंडस्ट्री वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअ–रिंग केमिस्ट्री, ३९, ५, ६७० (मे १९४७)

३३९ वॉरिक, एल. एफ., 'पल्प वेस्ट ट्रीटमेंट मेथड्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १३, ४, ८४८ (जुलै १९४१)

३४० वेब्बर, एछ. ए., 'दि प्रॉडक्शन ऑफ ऑक्झॅलिक ॲसिड फ्रॉम सेल्यूलोज ॲग्रि–कल्चरल मटीरियल,' परिपत्रक ११८, आयोवा अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, (जुलै १९३४)

३४१ वेब्स्टर, डब्ल्यू. टी., 'हाउ नॅचरल प्यूरिफिकेशन फॅसिलिटीज वेअर डेव्हलप्ड फॉर क्रॅफ्ट मिल्स,' पेपर ट्रेड जर्नल, १३९, २१, २५ (मे २३, १९५५)

३४२ वेब्स्टर, डब्ल्यू. टी., 'वॉटर अँड दि पेपर इंडस्ट्री,' ६ व्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (एप्रिल १९५७) पान २२७

३४३ विल्कॉक्ससन, एल. एस., 'डेव्हलपमेंट ऑफ मॅग्नेशिया बेस पल्पिंग प्रोसेस,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१)

३४४ विल्कॉक्ससन, एल. एस., 'मॅग्नेशिया-बेस सल्फाईट पल्पिंग डेव्हलपमेंटस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ६, ८०३ (जून १९५२)

३४५ वायली, ए. जे, आणि इतर, 'अल्कोहोल फर्मेंटेशन ऑफ सल्फाईट वेस्ट लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १३, ४, ८४० (जुलै १९४१)

३४६ वायली, ए. जे; आणि इतर, 'सल्फाईट वेस्ट लिकर यीस्ट ग्रोथ,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ९, १२१६ (सप्टेंबर १९५१)

३४७ वायली, ए. जे., व्हिटमोअर आणि बॉग्ज, 'युटिलायझेशन ऑफ स्पेंट सल्फाईट लिकर कार्बोहायड्रेटस.' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ, ४२, १४A (१९५९)

३४८ विल्सन, जे. एन, 'क्रॅफ्ट मिल वेस्ट्स, इफेक्ट ऑफ वेस्ट्स ऑन स्ट्रीम बॉटम फौना,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५. १०, १२१० (आक्टोबर १९५३)

३४९ विगेट, आर. एल., 'दि प्रेझेंट स्टेटस ऑफ दि पल्प, पेपर, अँड पेपर बोर्ड इंडस्ट्रीज स्ट्रीम इंप्रूव्हमेंट प्रोग्रॅम,' लगदा आणि कागद उद्योग तांत्रिक संघ, (फेब्रुवारी २५, १९४६)

३५० विगेट, आर. एल., 'वेस्ट ट्रीटमेंट वॉटर रिसोर्सेस अँड एक्स्पॅन्शन प्रॉब्लेम्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, १, ३७ (सप्टेंबर–आक्टोबर १९५५)

३५१ विगेट, आर. एल., आणि आर. ओ. ब्लॉसर, 'दि पल्प अँड पेपर इंडस्ट्री पोल्यूशन अबेटमेंट प्रोग्रॅम इन दि यू एस,' ४ थे ओंटॅरियो औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५७) पान १०५–११२

३५२ विस्निवूस्की, टी. एफ., आणि इतर, 'पाँडिग अँड सॉईल फिल्ट्रेशन फॉर डिस्पोजल ऑफ स्पेंट सल्फाईट लिकर इन विस्कॉन्सिन,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५५)

३५३ Zehnpfenning, आर., आणि एम. एस. निकल्स, 'BOD डिटर्मिनेशन, इनॉक्यूलेटिंग स्टडीज, पल्प,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, १, ६१ (जानेवारी १९५३)

३५४ झिमिन्स्की, व्हॅमिलन. आणि सेंट लेजर, 'फायनल रिपोर्ट ऑन एरिएशन डेव्हलपमेंट स्टडीज', तांत्रिक परिपत्रक क्र. ११२, नाला सुधार राष्ट्रीय परिषद, (जानेवारी १९५९)

३५५ झीमरमन, एफ जे., 'न्यू वेस्ट डिस्पोजल प्रोसेस,' केमिकल इंजनिअरिंग, ६५, १७, ११७ (ऑगस्ट १९५८)

धातूंची अपशिष्टे –

पोलाद गिरण्या, गिलिट कारखाने आणि त्यातील भागांच्या धावनांतील अपशिष्टांचा धातूंच्या अपशिष्टात समावेश होतो आणि त्यांत द्रवांचा मोठ्या प्रमाणात अंतर्भाव असतो. उदा केवळ पोलाद तयार करण्यातूनच अपशिष्टे निर्माण होतात असे नसून अनेक अन्य धातूंतूनही (तांबे आणि अल्यूमिनम या दोन धातूंचाच फक्त नामनिर्देश येथे केला आहे) अपशिष्टे निर्माण होतात. तसेच उड्डाण करण्यापूर्वी विमान धुण्यातून, धातूंच्या वापरलेल्या भागांच्या नूतनीकरणातून अपशिष्टे निर्माण होतात. एका धातूचे संरक्षण व्हावे म्हणून तीवर दुसरीचा

मुलामा देणे. उदा. चांदीच्या पात्रावर अथवा व्यापारी यंत्रावर मुलामा देणे, ही मध्यवर्ती प्रक्रिया असते म्हणून ती तशी समाविष्ट करावी. अपशिष्टांत, सांद्रणाच्या निरनिराळ्या प्रमाणात धातूंचे पदार्थ, अम्ले, क्षार, आणि ग्रीज असते. या दृष्टीकोनातून त्या अपशिष्टांचे तीन्ही उद्‌भव एकसारखेच असतात. विषाक्तता, तुलनेने कमी सेंद्रिय द्रव्य आणि ग्रीज ही त्यांची वैशिष्ठ्ये असतात.

२३-५. पोलाद गिरणीतील अपशिष्टांचा उद्‌भव

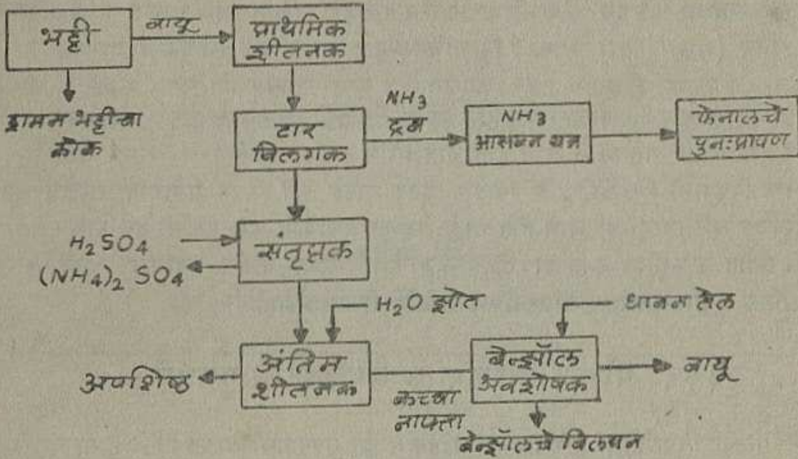
पोलाद गिरणीतील अपशिष्टे मुख्यतः कोका हा उपपदार्थ, वातभट्टी, लाटन यंत्र, आणि अम्ल मार्जनाच्या विभागातून येतात. अपशिष्टांत सायनोजेन संयुगे, फेनॉल्स, कच्चे धातू, कोक, चुनखडी, अम्ले, क्षार, विलेय आणि अविलेय तेल, आणि मिल यापुढे असतात. पुनराभिसरण बाष्पन, बेन्झॉल-निष्कर्षण, आसवन, अवसादन, उदासीनीकरण, साका काढणे, तरंगण, आणि वातन, यांचे अपशिष्टांवर उपचार करण्यात येतात.

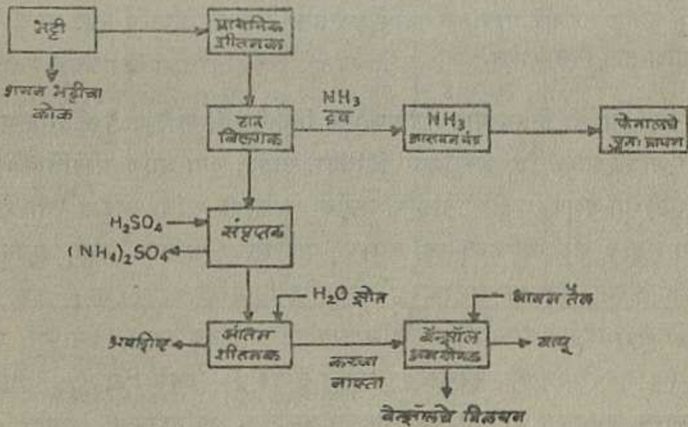
कोक या उपपदार्थाच्या प्रक्रियेचा, हवेच्या अनुपस्थितीत कोळसा तापवून कोक आणि अन्य पदार्थ तयार करण्याशी, संबंध असतो. पोलाद गिरणीत समाकलित (integrated) यंत्रात अगर स्वतंत्रपणे त्या गिरणीजवळ पण स्वतंत्र जागेत ही प्रक्रिया करण्यात येते. कोकिंगच्या प्रक्रियेतून गॅस निर्माण होतो आणि त्यावर आणखी प्रक्रिया केल्यावर या प्रक्रियेतील महत्वाच्या अपशिष्टाचा उद्‌भव होतो., ह्या गॅसचे मुख्य घटक डांबर व अमोनिया हे असतात. बक पात्रीत (retort) एक टन कोळशाच्या ज्वलनातून खालील पदार्थ प्राप्त होतात. १३०० ते १५२५ पौंड कोक, १७ ते २६ पौंड $(NH_4)_2SO_4$, ५ ते १२ गॅलन डांबर, १०८०० ते ११३०० घ. फूट गॅस, ०.१ ते २.० पौंड फेनॉल, २ ते ३ गॅलन हलके तेल, आणि ०.५ ते १.२ पौंड नॅप्थेलीन, जेथे गरम कोकवर जलप्रलय (deluge) केला जातो त्या शमन बुरुजातून (quench tower) प्रत्यक्ष कोक तयार करण्यातील अपशिष्टे निर्माण होतात. ह्या शमन-जलात असलेल्या कोकच्या भुकटीला " ब्रीझ " म्हणतात. शमन जलातून सामान्यपणे तिचे पुनः प्रापण केले जात. कोकिंग प्रक्रियेचा एक आयोजन आलेख आ. २३-३ मध्ये सादर केला आहे.

वात भट्टी -

वातभट्टीतील गॅसच्या आर्द्र मार्जनातून (wet scrubbing) चिमणीतल्या भुकटीने भरलेले पाणी तयार होते. आर्द्र मार्जक हे अधोवाही जलतुषार असतात आणि उर्ध्ववाही गॅसमधील भुकटी स्वच्छ करतात; ही क्रिया सामान्यतः शुष्क धूलीचे (अथवा सायक्लोन) विलगत आणि

उरलेल्या सूक्ष्म कणांचे अंतिम स्थिर विद्युत अवक्षेपण, यांच्या मधली पायरी असते. दुय्यम गॅस धावक (washers) अथवा अवक्षेपक मधून मधून पाण्याने धुवून स्वच्छ करण्यात येतात व ते पाणी बेरंगी पाण्याच्या प्रवाहात मिसळून जाते.





आकृति २३–३ हवेच्या अनुपस्थितीत बिटयूमिनस कोळशाचे तापन

अम्ल मार्जन (pickling) प्रक्रिया–विनिर्मात्याने पोलादी वस्तूंची अंतिम सफाई कर–ण्यापूर्वी, त्यावरील घाण, ग्रीज व विशेषतः संरचन क्रिया चालू असताना त्यावर साचलेले आयर्न ऑक्साईडचे पापुद्रे काढून टाकले पाहिजेत. सामान्यतः पातळ (वजनाने १५ ते २५ प्रतिशत्) सल्फ्युरिक अम्लात पोलाद बुडवून हे कार्य केले जाते. ह्या प्रक्रियेस अम्ल मार्जन म्हणतात व त्यातून 'अम्ल मार्जनी द्रव' हे अपशिष्ट निर्माण होते. वापरले न गेलेले अम्ल आणि अम्लाची लोह लवणे (Fe^{+++} आणि Fe^{++}) यांचे मुख्यतः हे अपशिष्ट बनलेले असते.

लोह लवणावर अम्लप्रक्रिया होते आणि $FeSO_4$ तयार होतो. जसजसा अम्लाचा वापर होत जातो तसतसे ते क्षीण होत जाते आणि त्याचे नूतणीकरण करावे लागते. एका विशिष्ट बिंदूपाशी $FeSO_4$ चे सांद्रण इतके वाढते कीं उच्च प्रमाणात सांद्रित केलेल्या सल्फ्युरिक अम्लाचाही परिणाम होत नाही. म्हणून अशावेळी अम्लमार्जनी द्रव टाकून देऊन त्या जागी नवीन सल्फ्युरिक अम्ल वापरले पाहिजे. हेच ते अम्ल–मार्जन अपशिष्ट असते व त्याला औद्योगिक अपशिष्टाच्या संबंधात अफाट प्रसिद्धी मिळाली आहे.

२३–९. पोलाद गिरणीतील अपशिष्टांचे गुणधर्म –

पोलाद गिरणीतील परिचालनाच्या, कोक या उपपदार्थाच्या टप्प्यातील महत्वाची अप-शिष्टे, अमोनिया स्टिल, अंतिम शीतकात जेथे बेन्झीन, टोल्यून, व झायलीन हे पदार्थ कच्च्या नॅप्थेलीनपासून तयार करतात तेथे, निर्माण होतात. फेनॉल आणि ऑक्सिजनची मागणी करणारी द्रव्ये, हें दूषित करणारे प्राथमिक पदार्थ असतात. ह्या अपशिष्टांचे मुख्य घटक को. २३–१४ मध्ये संक्षिप्तात दिले आहेत.

आर्द्र मार्जनी निःस्त्रावात गॅस धुण्यातून निघालेस चिमणीच्या धुळीतील घनपदार्थ अस–तात ते आयर्न ऑक्साईड, अल्युमिना' सिलिका, कार्बन, चुना आणि मॅग्नेशियाचे बनलेले अस–तात. धुळीच्या एकूण राशीच्या तुलनेने प्रत्येक घटकाची राशि, भट्टीत वापरलेल्या कच्च्या धातूचा प्रकार, भट्टीच्या अस्तराची अवस्था, वापरलेल्या कोकचा दर्जा, धमनातील (blast) भट्ट्यांची संख्या, फुंकल्या जाणाऱ्या हवेची राशि, नियमितपणा व शुष्क धुळीच्या पक्कडींचा (catchers) ढिगात टाकण्यातील आणि धावनातील काटेकोरपणा, ह्यांच्या प्रमाणे बदलती असते (३२). चिमणीच्या धुळीतील अंतर्वस्तू सुमारे ७० टक्के Fe_2O_3 आणि १२ टक्के सिलिकाच्या बनलेल्या असतात. चिमणीतल्या धुळीत ल अपशिष्टांच्या भौतिक गुणधर्मांचे एक समयोचित विश्लेषण को. २३–१५ त केले आहे (३२)

पोलादाच्या दर टन पदार्थाच्या अपशिष्ट–अम्ल मार्जनी द्रवाची राशि संयंत्राचा आकार व प्रकारावर अवलंबून असते. १९४८ साली युनायटेड स्टेट्समध्ये पोलादाचे उत्पादन ११ द. ल. टनापेक्षा जास्त झाले होते व त्याच्याबरोबर अंदाजे ६०० द. ल. गॅलन अम्ल मार्जनी द्रव–अपशिष्ट (८८) अथवा दर टन पोलादाला सुमारे ५५ गॅलन द्रव अपशिष्ट निर्माण झाले; याउलट जर्मनीत हा आकडा दर टनास २५ ते २०० गॅलनच्या व्याप्तीत होता. राशीत वाढ होण्याचे एक कारण हे असते कीं, अम्लाचा अंश पूर्णपणे काढून टाकण्यासाठी अम्ल मार्जन टाकीतून पोलादी पदार्थ बाहेर पडल्यानंतर पाण्याने विसळावा लागत असल्याने विसळण अथवा धावन जल परिणामतः पूर्णतया अम्लीय बनलेले असते; आणि ते टाकून दिलेच पाहिजे.

कोष्टक २३–१४

कोक–संयंत्रातील उपपदार्थातील अपशिष्टांचे विश्लेषण (१)

गुणधर्म	अमोनिया भट्टी अपशिष्टे	अंतिम शीतक अपशिष्टे*	शुद्ध–भट्टी अपशिष्टे	संयुक्त अपशिष्टे
BOD, ५–दिवस. २० oC	३९७४	२१८	६४७	५३–१२५†
एकूण तरंगते घनपदार्थ, ppm	३५६		१२५	८९‡
बाष्पशील तरंगते घनपदार्थ, ppm	१५३		९७	
सेंद्रीय आणि NH_3–N, ppm	२८१	१४	२०	
फेनॉल, ppm	१८७		१०	
सायनाईड, ppm	२०५७	१०५	७२	६.४§
pH	११०			
	८.९		६.६	

* पुनराभिसरण नाही

† एकत्रीकरणाच्या तत्रावर अवलंबून

‡ कोक ब्रीझसह दररोज २४ तासांच्या ११ मिश्रांची (composites) सरासरी

§ एकमेव–पकड नमुना

विसळण जलाची राशी प्रत्यक्ष अम्ल मार्जन द्रवापेक्षा स्वाभाविकच अधिक पातळ असते व ४ ते २० प्रतिशत जास्त असते. धावन जलात ०.०२ ते ०.५ प्रतिशत् H_2SO_4 आणि ०.०३ ते ०.४५ प्रतिशत् $FeSO_4$ असतो. त्यामानाने अम्लमार्जन द्रवात ०.५ ते २.० प्रतिशत् H_2SO_4 आणि १५ ते २२ प्रतिशत् $FeSO_4$ असतो. म्हणून या व्याप्तीत सांद्रणित झालेले H_2OS_4 आणि $FeSO_4$ हे पोलादाच्या अम्लमार्जन आणि धावनातील अपशिष्टांतील महत्वाचे संदूषक असतात.

२३-७. पोलाद गिरणीतील अपशिष्टांवरील उपचार–

पुनःप्रापण केला जाणारा प्रमुख संदूषक फेनॉल असल्याने कोक या उपपदार्थांच्या संयंत्रातील अपशिष्टावर उपचार करण्याची प्राथमिक पद्धत, उच्च कार्यक्षमता असलेला पुनःप्रापण आणि निष्कासन संच तयार करणे, ही असते. संदूषित पाण्याचा पुनरुपयोग आणि पुनराभिसरणाच्या प्रथेचा उपयोग करून BOD एक तृतियांशाने कमी करता येतो आणि अमोनियम सल्फेट, कच्चे डांबर, नॅप्थेलीन, कोक धूली, गॅस, बेन्झेन, टूलीन आणि झायलीन, यांच्यासारख्या

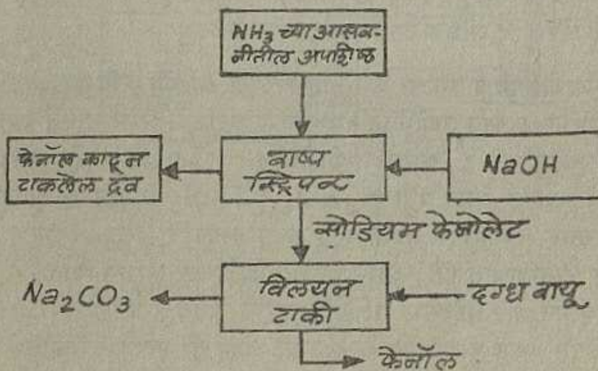
कोष्टक २३-१५

आर्द्रधावक निःस्त्रावातील चिमणीच्या धुळीचे अंश (३३)

गुणधर्म	मूल्य अथवा सांद्रण
तरंगत्या घनपदार्थाचे अंश	
व्याप्ति, ppm*	५००-४५००
१०० जाळ्यांच्या चाळणीतून जाणारी वजनी टक्केवारी	८६-९९
२०० जाळ्यांच्या चाळणीतून जाणारी वजनी टक्केवारी	७४-९७
तपमान, °F	१००-१२०
pH	६-८
विशिष्ट गुरुत्व	२-३.८

* फेअरलेस पोलाद संयंत्रावरील सरासरी १२०० ppm आहे.

द्रव्यांच्या बाबतीत लाभ उठविण्याकरता उपपदार्थाचे पुन:प्रापण करावे. कोकधूली काढून टाकण्याकरता शमन जल सामान्यपणे अवस्थापित करण्यात येते. आणि अवस्थापन टाक्यांतील अधिपृष्ठ द्रव शमनाकरता पुन: वापरण्यात येतो, बेन्झॉलच्या भट्ट्यातील अपशिष्टांतील मुक्त तेलाचे निष्कासन करण्याकरता गुरुत्वीय विलगक (gravity separators) वापरण्यात येतात. कारण पायसीकृत तेलावर सामान्यत: उपचार करण्यात येत नाहीत आणि त्यांमुळे विलगन न केले तर तेलामधील मुक्त अंश मलवाहिनीत वाहात जाईल. अपशिष्टात प्रस्त्रावित होत असलेली फेनॉलची राशि कमी करण्याकरता अंतिम शीतन जलसुद्धा पुनराभिसरित करण्यात येते. तसेच पाणी पुरवठ्यात ते बेचव होण्याचा उपद्रव टाळण्याकरता आणि नाल्यातील प्रदूषणास प्रतिबंध होण्याकरता मुख्यत: फेनॉलचे पुन:प्रापण करण्यात येते. फेनॉल्स खालील प्रमाणे काढून टाकावेत (१) वास न येणाऱ्या संयुगात परिवर्तन करून अथवा (२) ज्याचा काही व्यापारी उपयोग होईल अशा कच्चे फेनॉलच्या अथवा सोडियम फेनोलेटच्या स्वरूपात पुन: प्रापण करून. हे परिवर्तन जैवी (उत्प्रेरित अवमल अथवा ठिबकणारे निस्यंदन करून) केलेलें असेल अथवा भौतिक असू शकेल (भौतिक परिवर्तन उद्दीप्त (incaudescent) कोकचे शमन करण्याकरता अमोनिया स्टिल अपशिष्टांचा उपयोग करण्यात येतो; ह्या प्रक्रियेत $NH^{3}{}_{3}$ चे बाष्पीभवन होतं.) जैवी संचात जरी फेनॉलची विशिष्ट सांद्रणे (० ते २५ ppm) हाताळता येत असली तरी नागरी वाहितमल मिसळून त्यांचे तनुकरण करण्याची कल्पना चांगली असते. कारण त्यामुळे एका प्रतिरोधक (buffering) आणि तनुकरणाच्या माध्यमाची तरतूद होते. कोप्पर्स विफेनोलीकरण प्रक्रियेमुळे (१) अमोनिया स्टिलमधल्या अपशिष्टांतील फेनॉलचा अंश ८० ते ९० प्रतिशत् कमी होतो.



आकृति २३–४ वाफ, दाहक सोडा, आणि दग्ध वायु (flue gas) वापरण्यात येत असलेली कोप्पर्स विफेनोलीकरण प्रक्रिया

आ. २३-४ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे, ही प्रक्रिया एक तत्वतः बाष्प-अपलेपनाचे (stripping) परिचालन असते व तिच्या मागोमाग दाहक सोडयाच्या द्रावणात मिश्रण करण्यात येते व शुद्ध फेनॉलचे दग्ध गॅससह नूतनीकरण करण्यात येते.

चिमणीतल्या धुळीवरील उपचारासाठी अवसादनास व नंतर पुंजीकरणास उत्तेजन मिळावे म्हणून चुना घालून निर्मलीकरणाचा परिवाह दाट करण्याची पद्धत आयर्न ऑक्साईड व सिलिका काढून टाकण्यात अतिशय परिणामकारक असल्याचे आढळून आल आहे. तरंगत्या द्रव्यापैकी ९० ते ९५ टक्के द्रव्य सहज खाली बसते आणि ते एक तासाच्या कालावधीत घडून येते. परिणामतः निःस्त्रावातील तरंगते घनपदार्थ ५० ppm पेक्षा कमी असतात. तसेच प्राथमिक आणि दुय्यम (चुन्याचे किलाटन केलेले) दाट अवमल तयार होतात; नंतर उपद्रव न होता ते खांजणात साठविण्यात येतात; हेंडर्सन आणि बाफ्का (३३) यांनी आ. २३-५ मध्ये एक नमुनेदार वातभट्टीतील अपशिष्टावरील उपचारण प्रक्रिया दाखविली आहे.

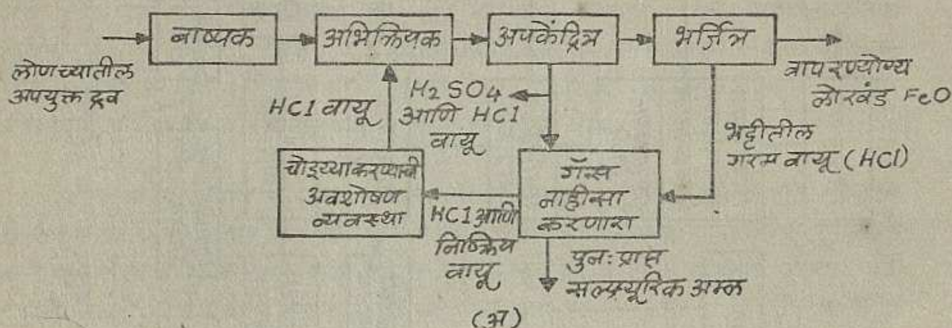
अम्ल मार्जनी द्रवावर उपचार करताना भारी समस्यांना तोंड द्यावे लागते. बहुतेक **छोटया** पोलाद-संयंत्रातील अपशिष्टांतील अम्ल मार्जनी द्रवापासूनच्या उपपदार्थांचे पुनःप्रापण कमी खर्चात करणे शक्य नसते आणि म्हणून चुना घालून द्रवाचे उदासीनीकरण करण्यात येते. तथापि, कांही कंपन्या या अपशिष्टांतून खालील उपपदार्थ प्राप्त करतात. १) कॉपेरास आणि $Fe\ SO_4\ H_2O$, २) कॉपेरास आणि H_2SO_4, ३) $FeSO_4\ H_2O$ आणि H_2SO_4, ४) $Fe\ (SO_4)_3$ आणि H_2SO_4, ५) Fe††† $+H_2SO_4$ ६) लोहपिष्ट, ७) चकाकी आणण्यासाठी अथवा रंगद्रव्य म्हणून $Fe_3\ O_4$, ८) $Fe_3\ O_4$ आणि $Al_2\ (SO_4)_3$ होकने (३६) ह्या उपपदार्थांचे अधिक तपशीलवार वर्णन केले आहे.

सल्फ्युरिक अम्लाच्या पुनःप्रापणाची ब्लो-नॉक्स रुथ्नर प्रक्रिया अलिकडे विकसित करण्यात आली आहे. प्रक्रियाकारकात प्रस्त्रावित करण्यापूर्वी अपशिष्ट अम्ल मार्जन द्रवाचे बाष्पन करून तीत सांद्रण करण्यात येते. हे करताना निर्जल (anhydrous) हैड्रोजन क्लोराईड गॅसचे बुडबुडे द्रवात सोडण्यात येतात व ते H_2SO_4 व $FaCl_2$ निर्माण करण्याकरता फेरस सल्फेटवर प्रक्रिया करतात. सल्फ्युरिक अम्लापासून फेरस सल्फाईड वेगळे करण्यात येते (जे अम्ल मार्जन नलिकेत परतविण्यात येते) आणि प्रत्यक्ष-प्रज्वलित भाजणयंत्रात (direct fired roaster) त्याचे आयर्न ऑक्साईडमध्ये परिवर्तन करण्यात येते त्यामुळे HCl मुक्त होतो व तो खरडून व अपलेपन करून पुनःप्रापित केला जातो. नंतर तो प्रक्रियाकारकाकडे पुनः फिरविण्यात येतो. (recycled) आ. २३-६ मध्ये ही प्रक्रिया दाखविली आहे आणि मोठ्या पोलाद विनिर्मात्यापैकी अनेकांच्या सहकार्याने चालविलेल्या प्रायोगिक संयंत्रात तिचे यशस्वीपणे निदर्शन करण्यात आले आहे (८८).

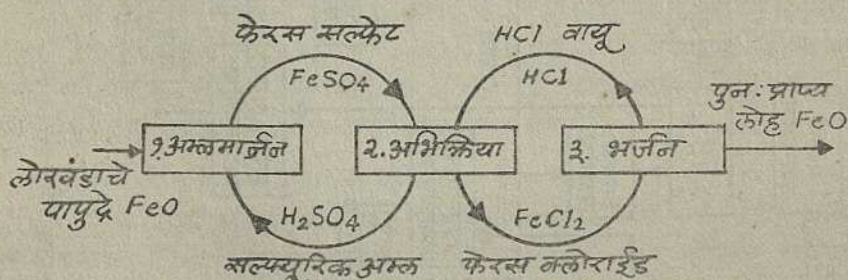
सेवाजल पंप
भट्टीच्या आवरणाकडे
थंड हवा
झोत भट्टी
स्टोव्ह
वायू
शुष्क विलगक
वायू
वायू
आर्द्र धावक
अवक्षेपक
धावन जलपंप
थंड करण्याच्या पाण्याची डोणी
गॅस वापराकडे
मलवाहिनीकडे परिवाह
धावन जल
निर्वात पंप
निकास हवा
निर्वात प्रापक आणि पोत्याच्या निस्यंदकाचा संच
चुना साठवणाची डोणी
चुना गाडी
रेल्वे सायडिंग
भारमितीय संभरक
सूचक अभिलेखक
रबडीची साठवणटाकी
फुलवणारे यंत्र
कंकर
प्रेषित्र
प्राथमिक (द्रव) दाट करणारे यंत्र
दमक मिश्रक
क्षमाक्षेपक
निर्मल कारक
आंद्रिक नालिका
औद्योगिक अपशिष्ट मलवाहिनीकडे
रबडीचे पंप
चिमणीतील धूलीकरता साठण
रबडीचे पंप
अवमल

आकृति २३–५ वातभट्टीतील अपशिष्टावरील उपचारण प्रक्रिया (हेंडर्सन आणि बाफ्का यांच्या प्रमाणे (३३))

अम्लमार्जन द्रवाच्या अपशिष्टाचे चुना मिसळून उदासीनीकरण करणे खर्चाचे असते कारण त्यातील अंतिम पदार्थ विक्रीयोग्य नसतो आणि त्यात विस्तृत, सावकाश खाली बसणारा व विल्हेवाटीस जड जाणारा अवमल असतो. खालील चार टप्प्यात उदासीनीकरण घडून येते; १) ४ पेक्षा कमी pH असलेले फेरिक हायड्रेट तयार होणें, २) अम्लसल्फेट तयार होणे, ३) ६ ते ८ च्या दरम्यान pH असलेले फेरस हायड्रेट बनणे, आणि ४) सामान्य सल्फेट तयार होणे. कॅल्शियम आणि डॉलोमाईट चुना हे अशा कार्यासाठी वापरण्यास किमान खर्च येणारे उदासीनीकारक आहेत आणि दाहक सोडा आणि सोडा अ‍ॅश हे सर्वांत महाग आहेत जरी स्वस्त



(अ)



१. अम्लमार्जन : $FeO+H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4+H_2O$

२. अभिक्रिया : $FeSO_4+2HCl \rightarrow FeCl_2+H_2SO_4$

३. भर्जन - : $FeCl_2+H_2O \rightarrow 2HCl+FeO$

(ब)

आकृति २३–६. अपयुक्त अम्लमार्जनी द्रवातून अम्लाच्या पुनःप्रापणाची ब्लो-नॉक्स रुथ्नर प्रक्रिया (अ) प्रक्रिया प्रवाह–आलेख; (ब) प्रक्रियेचे रसायन–(ब्लो–नॉक्स कंपनी च्या सौजन्याने)

रसायने वापरली तरीही उदासीनीकरणास येणारा एकूण खर्च अम्लमार्जन कार्यास लागणाऱ्या दर १००० पौंड अम्लास ५ पासून १० डॉलरच्या व्याप्तीत असतो असा होकने (३६) निष्कर्ष काढला आहे. उदासीनीकारक रसायनांची क्षारकता (basicity) वाढवून आणि अवम्ल-राशि कमी करण्यासाठी विभिन्न साधने वापरून उदासीनीकरणावरील खर्च कमी करण्यासाठी बरेच संशोधन करण्यात आले आहे. तथापि, केवळ उदासीनीकरणावरच अवलंबून राहण्याऐवजी उपचारणाच्या नवीन पद्धती शोधून काढण्याकडे संशोधनाची दिशा वळविली पाहिजे

संदर्भ : पोलाद गिरणीतील अपशिष्टे-

१ 'अॅन्युअल स्टॅटिस्टिकल रिपोर्ट,' अमेरिकेची पोलाद व लोह संस्था (१९४९)

२ अँटवर्पेन, एफ. जे, 'युटिलायझेशन ऑफ पिकल लिकर अॅज ए बिल्डिंग मटीरियल,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १५, २, ३५६ (मार्च १९४३)

३ अॅटवुड, जे. एस; आणि इतर, 'रीजनरेशन ऑफ वेस्ट पिकल लिकर्स टू प्रोड्यूस फेरस सल्फेट मोनोहायड्रेट', १२ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५७)

४ बापफा, जे. जे., 'वेस्ट डिस्पोजल अॅट ए स्टील प्लँट: ट्रीटमेंट ऑफ स्युवेज,' अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजनिअर्सची कार्यवाही, स्वतंत्र क्र. ४९५, ८० वा खंड, (सप्टेंबर १९५४)

५ बाफ्फा, जे. जे; 'सॅनिटरी स्युवेज ट्रीटमेंट, स्टील मिल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, ८, ९९० (ऑगस्ट १९५५)

६ बार्नहार्ट, टी. एफ; 'अॅसीड रिकव्हरी फ्रॉम पिकल लिकर, रुथनर प्रोसेस,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, ३, २९६ (मार्च १९५८)

७ बार्थोलोम्यू, एफ. जे; 'रिकव्हरी ऑफ वेस्ट आयर्न सल्फेट-सल्फ्युरिक अॅसिड सोल्यूशन,' स्टील, १२७, ५, ६८ (जुलै १९५०), केमिकल इंजनिअरिंग, ५७, ८, ११८ (ऑगस्ट १९५०)

८ बार्थोलोम्यू, एफ. जे; 'सल्फ्युरिक अॅसिड रिकव्हरी फ्रॉम पिकल लिकर,' स्युवे. अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ११, १४४५ (नोव्हेंबर १९५२)

९ कॅमेरॉन, ए. बी., 'फॉस्टोरिओ, ओहायओ, पिक्लिंग लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ४, १, २३२ (जानेवारी १९३२)

१० कॅसल्स, जी. एस; आणि इतर, 'प्रॉब्लेम ऑफ वॉटर पोल्यूशन इन स्टील इंडस्ट्री–इन पेन्सिलव्हेंनिया,' आयर्न अँड स्टील इंजनिअरिंग, ३०, ३, ६२–८३ (मार्च १९५३)

११ 'केमिकल बाय–प्रॉडक्ट्स फ्रॉम पिकल लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २० २, २८१ (मार्च १९४८), २०, ५, ८४० (सप्टेंबर १९४८)

१२ शिव्हर्स, ए. आर. एल, 'ट्रीटमेंट ऑफ पिकल लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, २, २४१ (फेब्रुवारी १९५३)

१३ कॉहन, एम. एम; 'ए मिलियन टन्स ऑफ स्टील वुइथ स्युवेज,' वेस्ट्स इंजनिअ–रिंग, २७, ७, ३०९ (जुलै १९५६)

१४ कोलियर, जे. आर; 'एलिरिया, ओहायओ, इफेक्ट ऑफ स्टील मिल वेस्ट्स ऑन स्युवेज ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, ३, ५२८ (मे १९४६)

१५ कूपर, जे. ई; 'वेस्ट ट्रीटमेंट इन मॉडर्न स्टील मिल.,' आयर्न अँड स्टील इंजनिअ-रिंग, २८, ११, ५२ (नोव्हेंबर १९५१)

१६ 'डंकर्क, एन. वाय; पिक्लिंग लिकर,' संपादकीय अहवाल स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १३, ४, ८१७ (जुलै १९४१)

१७ एडन. जी. ई; आणि जी. ए. ट्रुस्डेल, 'ट्रीटमेंट ऑफ पिकल लिकर्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ८, १०९९ (ऑगस्ट १९५०)

१८ फ्रँड्किन, ए. एम; आणि ई, बी फुपर, 'ॲसिड अँड आयर्न रिकव्हरी, आयन एक्स्चेंच,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, ६, ७५४ (जून १९५५)

१९ फुलर, ई; 'रिमूव्हल ऑफ ऑईल अँड सॉलिड्स फ्रॉम रोलिंग मिल वेस्ट्स,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५८)

२० गेहम, एछ. डब्ल्यू, 'बाय-प्रॉडक्ट्स फ्रॉम पिकल लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १४, ५, ११५८ (सप्टेंबर १९४२)

२१ गेहम, एछ. डब्ल्यू., 'ॲसिड रिकव्हरी फ्रॉम पिकल लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रि–यल वेस्ट्स, १५, ६, १२४८ (नोव्हेंबर १९४३)

२२ गेहम, एछ. डब्ल्यू., 'न्यूट्रलायझेशन वुइथ अप फ्लो एक्स्पँडेड लाईम स्टोन बेड,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १६, १, १०४ (जानेवारी १९४४)

२३ गिल्बर्ट, जे. जे., 'इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट इन जर्मनी,' २ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (जानेवारी १९४६)

२४ ग्रिफिथ, सी. आर., 'प्यूरिफिकेशन ऑफ वेस्ट्स, इन ए मेटल वर्किंग प्लँट बाय

लगूनिंग,' पर्ड्यू विश्वविद्यालयीन अभियांत्रिकी परिपत्रक, विस्तार माला क्र. ७६ (१९५१) पान ४२१

२५ ग्रिफिथ, सी. आर., 'लगून्स फॉर ट्रीटिंग मेटल-वर्किंग वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, २, १८० (फेब्रुवारी १९५५)

२६ ग्रोएन, एम. ए; आणि जे. ई कूपर, 'यूज ऑफ स्टील पिक्लिंग लिकर फॉर स्युवेज स्लज कंडिशनिंग,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २१, ६, १०३७ (नोव्हेंबर १९४९)

२७ ग्रोएन, एम. ए; 'पिकल लिकर यूज इन स्लज कंडिशनिंग,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ६, १०३७ (जून १९४९)

२८ गिलॉट, ई. एफ, 'दि यूज ऑफ व्हॅक्यूम फिल्ट्रेशन इन पिकल लिकर डिस्पोजल,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (फेब्रुवारी १९५१)

२९ गिलॉट, ई. एफ; 'व्हॅक्यूम फिल्ट्रेशन, पायलट स्टडीज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ६, ८०१ (जून १९५२)

३० हीज, एल. डब्ल्यू., आणि एम. जॉन्सन, 'डिस्पोजल ऑफ वेस्ट पिकल लिकर बाय कंट्रोल्ड ऑक्सिडेशन अँड कंटीन्युअस लाईम ट्रीटमेन्ट,' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५४)

३१ हीज, एल. डब्ल्यू., आणि एम. जॉन्सन, 'ऑक्सिडेशन अँड कंटीन्युअस लाईम ट्रीटमेन्ट ऑफ पिकल लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, २, १९०, १६६ (फेब्रुवारी १९५५)

३२ हीज, एल. डब्ल्यू., आणि एम. जॉन्सन, 'प्रॅक्टिकल डेव्हलपमेंट आस्पेक्ट्स ऑफ वेस्ट पिकल लिकर डिस्पोजल,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९५८)

३३ हेंडर्सन, ए. डी., आणि जे. जे. बापका, 'वेस्ट डिस्पोजल अॅट ए स्टील प्लँट: ट्रीटमेंट ऑफ फ्ल्यू डस्ट वेस्ट,' अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजनिअरांची कार्यवाही, स्वतंत्र क्र. ४९४, ८० वा खंड, (सप्टेंबर १९५४)

३४ हिक्स, आर., 'पिकल लिकर इन स्लज कंडिशनिंग,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ३, ५९१ (मार्च १९४९)

३५ होक, आर. डी; 'पिकल लिकर ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १७, ५, ९४० (सप्टेंबर १९४५)

३६ होक, आर. डी., 'न्यू डेव्हलपमेंट्स इन दि डिस्पोजल अॅन्ड युटिलायझेशन ऑफ वेस्ट पिक्लिंग लिकर्स,' २ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (जानेवारी १९४६)

३७ होक, आर. डी; 'इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, वेस्ट पिकल लिकर,' इंडस्ट्रियल अॅन्ड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, १९, ४, ६१४ (जुलै १९४७)

३८ होक, आर डी., लाईम ट्रीटमेंट ऑफ पिकल लिकर,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ५, ९४५ '(सप्टेंबर १९४७)

३९ होक, आर. डी; 'पिकल लिकर वेस्ट प्रॉब्लेम अँड रिसर्च,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ६. १०९४ (नोव्हेंबर १९४७)

४० होक, आर. डी , 'अॅसिड आयर्न वेस्ट्स, न्यूट्रलायझेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, २, २१२ (फेब्रुवारी १९५०)

४१ होक, आर. डी; 'न्यूट्रलायझेशन नोमोग्राफ,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, ९८, ८, ३६० (ऑगस्ट १९५१)

४२ होक, आर. डी., 'डिस्पोजल ऑफ स्पेंट सल्फेट पिक्लिग सोल्यूशन्स,' ओहायओ, नदी घाटी स्वास्थ्य आयोग, (आक्टोबर १९५२)

४३ होक, आर. डी., 'डिस्पोजल अँड युटिलायझेशन प्रॅक्टिसेस,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ११, १४४४ (नोव्हेंबर १९५२)

४४ होक, आर. डी., 'लिक्विड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स: स्टील इंडस्ट्री,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ५१३ (मार्च १९५२)

४५ होक, आर. डी., आणि इतर, 'न्यूट्रलायझेशन स्टडीज ऑफ बेसिसिटी ऑफ लाईम स्टोन अँड लाईम,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १६. ४, ८५५ (जुलै १९४४)

४६ होक, आर. डी; आणि इतर, 'ट्रीटमेंट ऑफ स्पेंट पिक्लिग लिकर्स वुइथ लाईम स्टोन अँड लाईम,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३७, ६, ५५३ (जून १९४५)

४७ होक, आर. डी., आणि इतर, 'पिकल लिकर न्यूट्रलायझेशन: इकॉनॉमिक अँड टेक्नॉलॉजिकल फॅक्टर्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४०, ११, २०६२ (नोव्हेंबर १९४८)

४८ होक, आर डी., आणि सी जे. सिर्डलिंगर, 'न्यू टेक्नीक फॉर वेस्ट पिकल लिकर न्यूट्रलायझेशन.' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४१, १, ६५ (जानेवारी १९४९)

४९ हॉज, डब्ल्यू. डब्ल्यू., 'वेस्ट प्रॉब्लेम्स ऑफ आयर्न अँड स्टील इंडस्ट्रीज,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३१, ११, १३६४ (नोव्हेंबर १९३९)

५० हॉज, डब्ल्यू. डब्ल्यू., 'पिकल लिकर डिसपोजल,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १४, ३, ७३६ (मे १९४२)

५१ हॉर्नर, सी., आणि इतर, 'दि इलेक्ट्रोलायटिक ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट सल्फेट पिकल लिकर यूजिंग एनियॉन एक्स्चेंज मेंब्रेन्स,' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५४) पान ४२३

५२ हॉर्नर, सी., आणि इतर, 'दि इलेक्ट्रोलायटिक ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट सल्फेट पिकल लिकर यूजिंग एनियॉन एक्स्चेंज मेंब्रेन्स.' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४७, ६, ११२१ (जून १९५५)

५३ हॉवेल, जी. ए; 'वॉटर कॉन्झर्व्हेशन प्रॅक्टिस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ११, ११६८ (नोव्हेंबर १९५४)

५४ हॉवेल, जी. ए; 'डिस्पोजल ऑफ स्टील प्रॉडक्शन वेस्ट्स ॲट फेअरलेस वर्क्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ३, २८६ (मार्च १९५४)

५५ हॉवेल, जी, ए; 'डिस्पोजल ऑफ पिकल लिकर,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स. २९, ११, १२७८ (नोव्हेंबर १९५७)

५६ इमहॉफ, डब्ल्यू. जी., 'पिकल लिकर ट्रीटमेंट प्लँट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १७, ३, ६५६ (मे १९४५)

५७ इमहॉफ, डब्ल्यू. जी, 'वेस्ट पिकल लिकर प्रॉब्लेम,' वायर अँड वायर प्रॉडक्ट्स, २४, ११, १०४० (नोव्हेंबर १९४९), २४, १२, ११२७ (डिसेंबर १९४९)

५८ 'इंडस्ट्रियल वेस्ट्स,' ओहायओ नदी सर्वेक्षण, पुरवणी D, युनायटेड स्टेट्स सार्व-जनिक स्वास्थ्य सेवा, (१९४३) पान १०९२-१०९३

५९ जोव्हात्स, सी. ए; 'आयर्न ओअर मायनिंग अँड प्रोसेसिंग वेस्ट डिस्पोजल,' ११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय. (मे १९५६)

६० जोन्स, ई. एम., 'ॲसिड वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, २ २२४ (फेब्रुवारी १९५०)

६१ जोन्स, एछ. जी; 'ग्रिट डिपॉझिशन फ्रॉम इंटिग्रेटेड स्टील वर्क्स,' आयर्न अँड कोल ट्रेड्स रिव्ह्यू (लंडन), १७०, ४५४०, पान ८३९ (एप्रिल १९५५)

६२ किन्ने, जे. ई; 'फ्यूजिंग दि फेनॉल फ्रेंझी,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९६०) पान २८

६३ क्रेकर, एछ , 'केमिकल रिकव्हरी फ्रॉम पिकल लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स २१, २, ११०५ (फेब्रुवारी १९४९)

६४ लॅब, आर एफ; 'ॲसिड आयर्न वेस्ट्स, न्यूट्रलायझेशन प्लँट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रि-यल वेस्ट्स, २२, २, २२२ (फेब्रुवारी १९५०)

६५ लॅनफिअर, आर. एस., 'आयर्न वेस्ट्स, इफेक्ट ऑन वोर्सेस्टर, मॅसे, फिल्टर्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, २, २६१ (फेब्रुवारी १९५०)

६६ लेव्हिन, आर., 'ए स्टडी ऑफ दि स्लज कॅरॅक्टरिस्टिक्स ऑफ लाईम-न्यूट्रलाइज्ड पिक्लिग लिकर,' राष्ट्रीय चुना संघ, वॉशिंग्टन, डी. सी. (डिसेंबर १९४८)

६७ लेव्हिन, आर, आणि डब्ल्यू. रुडॉल्फ्स, 'स्लज कॅरॅक्टरिस्टिक्स ऑफ लाईम-न्यूट्रलाइज्ड पिक्लिग लिकर,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

६८ लेविस, सी. जे; 'लाईम ट्रीटमेंट ऑफ पिकल लिकर' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ३, ५९७ (मार्च १९४९)

६९ मॅक्‌र्मोडट, जी; 'ब्लास्ट फर्नेस इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २६, ८, ९७६ (ऑगस्ट १९५४)

७० मॅक्‌डुगल, एछ; 'शीट अँड टिन मिल वेस्ट्स, ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ४. ५३८ (एप्रिल १९५४)

७१ मॅक्‌डुगल, एछ, 'वेस्ट डिस्पोजल अॅट ए स्टील प्लँट: ट्रीटमेंट ऑफ शीट अँड टिन मिल वेस्ट्स,' अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजिनिअरांची कार्यवाही, स्वतंत्र क्र. ४९३, खंड ८०, (सप्टेंबर १९५४)

७२ मॅक्‌गार्व्हे, एफ. एक्स; आणि, इतर 'लिक्विड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स: ब्रास अँड कॉपर इंडस्ट्रीकेशन एक्स्चेंजेस फॉर मेटल्स कॉन्सेंट्रशन फ्रॉम पिकल रिन्स वॉटर्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ५३४ (मार्च १९५२)

७३ मॅक्‌निकल्स, जे., 'न्यूट्रलायझेशन ऑफ अॅसिड वेस्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ११, ३, ५५९ (मे १९३९)

७४ मॅंडॅरॅस, एम. एफ; 'ऑईल-रिमूव्हल फॅसिलिटीज फॉर स्टील मिल वेस्ट्स,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे१९५५)

७५ मॉर्गन, एल. एस, 'ट्रीटमेंट ऑफ स्टील मिल वेस्ट्स अॅट पिट्स्बर्ग मिल,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १४, २, ४०४ (मार्च १९४२)

७६ नेबॉल्सीन, आर; 'वेस्ट डिस्पोजल अॅट स्टील प्लँट: जनरल प्रॉब्लेम्स,' अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजिनिअरांची कार्यवाही, स्वतंत्र क्र. ४९२, खंड ८०, (सप्टेंबर १९५४)

७७ नेबॉल्सीन, आर; 'जनरल प्रॉब्लेम्स, वेस्ट डिस्पोजल, स्टील प्लँट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, ८, ९९० (ऑगस्ट १९५५)

७८ नस्बॉम, आय; 'इफेक्ट ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट्स ऑन म्युनिसिपल स्युवेज वर्क्स अँट डेट्रॉइट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १२, १५८३ (डिसेंबर १९५०)

७९ पेटिट, जी., 'ट्रीटिंग स्टील मिल फर्नाल्स अँड अॅसिड वेस्ट्स,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, २४, ११, ५६० (नोव्हेंबर १९५३)

८० क्कीर्न, बी. जे; 'डिस्पोजल ऑफ पिक्लिंग लिकर्स,' वायर अँड वायर प्रॉडक्ट्स, २३, ८, ६५५ (ऑगस्ट १९४८)

८१ 'रिकव्हरी ऑफ स्टील मिल वेस्ट्स,' स्टॉफ रिपोर्ट, स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स २१, २, ३७४ (फेब्रुवारी १९४९)

८२ रीड, टी. एफ; 'डिस्पोजल ऑफ वेस्ट पिक्लिंग लिकर,' ५ व्या औद्योगिक अप–शिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९)

८३ रीड, टी. एफ; 'डिस्पोजल ऑफ पिकल लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५, ६९८ (मे १९५१)

८४ रीड, टी. एफ., आणि इतर, 'ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल ऑफ पिकल लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, १' ६६ (जानेवारी १९५२)

८५ रीन्ट्स, ए. सी; आणि एफ. एछ काहलर, 'आयर्न रिमूव्हल फ्रॉम पिक्लिंग बाथ्स, आयन एक्स्चेंज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, ५, ६३२ (मे १९५५)

८६ रीगल, एछ. आय; 'वेस्ट डिस्पोजल अॅट फोंटाना स्टील प्लँट,' स्युवेज अँड इंड–स्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ९, ११२१ (सप्टेंबर १९५२)

८७ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू., इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट, न्यूयॉर्क: रिन्होल्ड पब्लिशिंग कॉर्पो; (१९५३), पान २७२

८८ 'सॅनिटरी इंजनिअरिंग डिव्हिजन रिसर्च रिपोर्ट क्र २२,' अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजनिअर्स, जर्नल ऑफ सॅनिटरी इंजनिअरिंग डिव्हिजन, **SA**३, पेपर २०३१ (मे १९५९)

८९ शॉ, जे. ए; 'कोक प्लँट वेस्ट्स, ऑक्सिजन कंझूम्ड टेस्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ९, १२०२ (सप्टेंबर १९५२)

९० सीबर्ट, सी, एल; 'ट्रीटमेंट ऑफ स्टील इंडस्ट्री वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, १, १३७ (जानेवारी १९४७)

९१ सिम्प्सन आर. डब्ल्यू., आणि डब्ल्यू. गॅर्लो, 'मेकिंग मिल एफ्ल्युअंट पे ऑफ,' स्टील १३३, १६, ९० (आक्टोबर १९५३)

९२ सिम्प्सन, आर. डब्ल्यू., आणि जे. एल. सॅम्सेल, 'इंडस्ट्री ट्रीट्स इट्स स्युवेज वुइथ पिक्लिंग अँड रोलिंग मिल वेस्ट्स,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, २७, ११, ५८३ (नोव्हेंबर १९५६)

९३ स्मिथ, एफ., 'न्यूट्रलायझेशन ऑफ पिकल लिकर,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १५, १, १५७ (जानेवारी १९४३)

९४ स्मिथ, ई. सी., 'व्हॉट दि स्टील इंडस्ट्रीज डुइंग अबाऊट स्ट्रीम पोल्यूशन,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ५, १५७ (मे-जून १९५६)

९५ साऊथगेट, बी. एस., 'रीयूज ऑफ स्टील मिल वेस्ट वॉटर,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २०, १, १६९ (जानेवारी १९४८)

९६ स्ट्रॅसबर्जर, जे. एछ; 'इव्हॅल्युएशन ऑफ दि ब्लानॉक्स-रुथ्नर पायलट प्लॅंट प्रोग्रॅम,' अमेरिकन लोखंड आणि पोलाद संस्थेच्या साधारण सभेत सादर केलेला प्रबंध, न्यूयॉर्क, (मे २१, १९५८)

९७ स्विन्डिन, एन., 'पिकल लिकर ट्रीटमेंट, इंग्लंड,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १६, ६, १२७९ (नोव्हेंबर १९४४)

९८ Tanzter, के. एछ; 'जर्मनी, युटिलायझेशन ऑफ पिकल लिकर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स., १७, ५, १०५२ (सप्टेंबर १९४५)

९९ टाऊन्सेंड, जे. डब्ल्यू., 'हँडलिंग ऑफ मेटल-बेअरिंग वेस्ट्स, अॅट ईरी, पा.,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१)

१०० व्हॅन व्हून्हिस, एम. जी; 'पाईप मिल वेस्ट वॉटर ट्रीटमेंट,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, १०१, ५, २४२ (मे १९५४)

१०१ Woefle, ए. एछ; 'डंकर्क, एन. वाय., इफेक्ट ऑफ स्टील मिल वेस्ट्स, ऑन स्युवेज ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १४, २, ४०२ (मार्च १९४२)

१०२ 'वर्कशॉप ऑन मेटल प्लेटिंग अँड स्टील मिल वेस्ट्स,' २ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (जानेवारी १९४६)

१०३ 'झिंक वेस्ट्स अँड पिकल लिकर, रिकव्हरी ऑफ बाय-प्रॉडक्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ३, ५११ (मार्च १९४९)

२३-८. इतर धातूंच्या संयंत्रातील अपशिष्टे -

पोलादाखेरीज अनेक अन्य धातुंच्यावर प्रक्रिया करणारे सुद्धा अपशिष्टाला भरपूर हातभार लावतात. पितळ, तांबे व अल्युमिनमची संयंत्रे, ज्यात अशुद्ध धातू शुद्ध करणे, त्यांच्यावर

काम करणे, आणि त्यांच्यापासून वापरण्याजोगे अंतिम पदार्थ तयार करणे, ही कार्ये पोलाद गिरण्यातल्या सारखीच असतात आणि असे धातू त्या वर्गात पडतात.

पितळ आणि ांबे उद्योगांत मुख्यत: पत्रे, तक्ते, व पट्टया रुळांनी दाबून, शिगा आणि तार बहिष्करण करून (extrusin) आणि ओढून (drawing) आणि नळ्या भोक पाडून (piercing) अथवा बहिष्करण करून व ओढून तयार केल्या जातात. ह्या प्रक्रियात वापरल्या जाणाऱ्या प्रमुख मिश्र धातूत सामान्य पितळ या नावाने ओळखला जाणारा (ज्यात $\frac{२}{३}$ तांबे व $\frac{१}{३}$ जस्त आणि थोडेसे कथील व शिसे असते असा) मिश्र धातु असतो. वितळलेला धातू विद्युत भट्टीतून बाहेर काढून निरनिराळ्या आकार व रूपांच्या साच्यात ओतण्यात येतो आणि त्यापासून कांड्या (billets) अथवा (bars) शिगा पुढील कार्यांकरिता ओतण्यात येतात. गजांच्या ओतणापासून पत्रे, तक्ते, आणि पट्टया लाटण्यात येतात. कांही प्रमाणात लाटून झाल्यानंतर धातू कठीण (hard) होते आणि आणखी लाटण्याच्या आधी ती तापानुशीतित (anneal) करावी लागते; नंतर त्यामुळे निर्माण झालेले ऑक्साईडचे पापुद्रे आणि डाग काढून टाकण्यासाठी त्यावर अम्लमार्जन करावे लागते. शिगांपासून तार व कांड्यांपासून नळ्या बनविण्याकरताही तशाच कार्यपद्धतीचा अवलंब करावा लागतो. सर्व प्रक्रियात तापानुशीतन व नंतर अम्लमार्जन करावे लागते.

तैल-प्रज्वलीत भट्ट्यात तापानुशीतन केले जाते; एका मागून एक तापन व शीतन केल्यानें धातूचे ऑक्सिकरण होते आणि पृष्ठभागावर जरा जाड ऑक्साईडचा पापुद्रा तयार होतो शिगा, तारा व नळ्या ओढून काढण्याच्या आधी साचे व तक्ते खराब होऊ नयेत आणि तसेच अंतिम पदार्थांत पापुद्रे संनिहित होऊ नयेत म्हणून हे पापुद्रे काढून टाकले पाहिजेत मापी ५ ते १० टक्के H_2SO_4 च्या स्नानात अम्लमार्जन करून हे करण्यात येते. डाग, विशेषत: अंतिम पदार्थांवरील डाग, सुद्धा काढून टाकले पाहिजेत. ५ ते १० टक्के H_2SO_4 चे व दर गॅलन सोडियम डायक्रोमेटला ०.५ पौंड 'ब्राइटडिप' घालून हे द्रावण तयार करण्यात येते. अम्लमार्जन स्नान व ब्राईट डीप टाकीत घातलेला धातु बाहेर काढून ताज्या पाण्याने स्वच्छ धुण्यात येतो आणि पाणी अखेरील अपशिष्टात परिवाहित करण्यात येते. जेव्हा अम्ल मार्जन स्नान काटकसरीने करता न येण्याइतके विलीन धातूचे अति संकेंद्रण होते तेव्हां स्नानद्रव अपशिष्ट म्हणून टाकून देण्यात येतो. अम्ल मार्जन स्नान द्रव टाकून देण्याची वारंवारता, धातूची बनावट, अम्ल मार्जनाचा कालावधी, आणि अम्ल मार्जनित धातूची राशि, यावर अवलंबून असते. ब्राईटडिप रोजच्यारोज टाकून द्यावा व अम्ल मार्जन द्रव सामान्यपणे महिन्यानें टाकून द्यावा. ही दोन अपशिष्टे या उद्योगातील अपशिष्ट-समस्या आहेत. आठ अम्ल मार्जन नलिकातून (को. २३-१६)

आणि ब्राईटडिप टाक्यांतून (को. २३–१७) पितळ - संयंत्राच्या सर्वेक्षणाच्या वेळी गोळा केलेल्या नमुन्यांची बनावट वाईज, डॉज, अ णि व्लिस (१४) यांनी दिली आहे.

क्षारीय द्रावणात हायड्रॉक्साईड म्हणून धातुंचे अवक्षेपण करणे अथवा मौल्यवान धातुंचे आयनविनिमयाने पुनःप्रापण करणे ह्या, उपचारणाच्या अतिशय महत्वपूर्ण पद्धती असल्याचे दिसून येते. शुद्ध धातूंचे पुनःप्रापण अगर पुनर्जनन करण्याकरता कधीकधी विद्युत्विश्लेषणाचाही उपयोग करण्यात येतो

संदर्भ : अन्य धातूंची अपशिष्टे –

१ Czensny, आर., 'कॉपर, टॉक्सिटी टू फिश,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ७, ४, ७६० (जुलै १९५५)

२ ग्रिफिथ, सी. आर; 'लगून्स फॉर ट्रीटिंग मेटलवर्किंग वेस्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, २, १८० (फेब्रुवारी १९५५)

कोष्टक २३–१६

अम्लमार्जन स्नानातील अपशिष्टे (१४)

अम्ल आणि धातू	ग्रॅम / लिटर
H_2SO_4	५९.७–१६३.५
Cu	४.०–२२ ६
Zn	४.३–४१.४
Cr	०–०.५६
Fe	०.१–०.२१

३ हिल, एछ., 'इफेक्ट ऑन अॅक्टिव्हेटेड स्लज प्रोसेस निकेल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, २, २७२ (फेब्रुवारी १९५०)

४ हफ्फर, एम. ई; 'ब्रास मिल वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, १, ४५ (जानेवारी १९५७)

५ मिचेल, आर. डी; आणि इतर, 'ब्रास अँड कॉपर वेस्ट्स, इफेक्ट ऑन स्युवेज प्लँट डिझाईन, वॉटर्बरी, कॉन.,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ८, १००१ (ऑगस्ट १९५१)

६ मॅक्गार्व्हे, एफ. एक्स; आर. ई. टेनहूर, आणि आर. पी. नेव्हर्स, 'केशन एक्स्चेंजेस फॉर मेटल कॉन्सेंट्रेशन फ्रॉम पिकल रिन्स वॉटर्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ५३४ (मार्च १९५२)

७ पॉमिली, सी. एस; 'बेरीलियम प्रॉडक्शन वेस्ट्स, टॉक्सिसिटी स्टडीज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, १२, १४२४ (डिसेंबर १९५३)

८ पर्क, जी. डब्ल्यू., 'कॉपर रेक्लमेशन अँड वॉटर कॉन्झर्व्हेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, ७, ८०५ (जुलै १९५७)

कोष्टक२३-१७

ब्राईटडिप अपशिष्ट (१४)

अम्ल व धातू	ग्रॅम / लिटर
H_2SO_4	५.६-८५.८
Cu	६.९-४४.०
Zn	०.२-३७.०
Cr^{+6}	४.३-१९.१
Cr (एकूण)	१३.५-४७.७
Fe	०.०३-०.३६

९ रुड्गल, एछ. टी; 'कॉपर, इफेक्ट्स ऑन स्लज डायजेशन केनोशा, विस्कॉ.,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, ६, ११३० (नोव्हेंबर १९४०)

१० सँडर्सन, डब्ल्यू डब्ल्यू, आणि ए. एम. सॅन्सन, 'कलरिमेट्रिक डिटर्मिनेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, ४, ४२२ (एप्रिल १९५७)

११ वाईज, डब्ल्यू., 'ट्रीटमेंट ऑफ मेटल प्रोसेसिंग वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, ४, ७६१ (जुलै १९४६)

१२ वाईज, डब्ल्यू., 'कॅरॅक्टर, ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल ऑफ वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, २०, १, ९६ (जानेवारी १९४८)

१३ वाईज, डब्ल्यू., आणि इतर, 'कांपोझिशन ऑफ वेस्ट्स, ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ४, ७७२ (जूलै १९४८)

१४ वाईज, डब्ल्यू., बी. एफ. डॉज, आणि एछ-ब्लिस, 'ब्रास अँड कॉपर इंडस्ट्री,' इंड-स्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३९, ५, ६३२ (मे १९४७)

२३-९. धातूवर मुलामा देण्यातील अपशिष्टांचा उद्भव –

गिऱ्हाईकांच्या सूचनेप्रमाणे धातूना योग्य आकार आणि रूप दिल्यानंतर पदार्थांच्या अंतिम गरजांप्रमाणे त्यांची सफाई करण्यात येते. सफाईकामात सामान्यपणे अपलेपन (stripping) अनिष्ट ऑक्साईडचे निष्कासन, स्वच्छता करणे व मुलामा देणे यांचा अंतर्भाव असतो. एकूण द्रवीय अपशिष्टे विस्तृत प्रमाणात नसतात, परंतु त्यातील विषाक्त धातूंच्या अंशामुळे ती अत्यंत धोकादायक असतात. विषाक्त संदूषक मुख्यतः खनिज द्रव्यांचे बनलेले असतात अम्ले, आणि क्रोमियम, जस्त, तांबे, निकेल, कथिल, यांच्या सारख्या धातू, आणि साइनाइडे ही त्यांतील महत्वाची द्रव्ये असतात. क्षारीय स्वच्छताकारक, ग्रीज आणि तेलेसुद्धा अपशिष्टांत आढळून येतात.

मुलामा देण्याच्या कामांतील अपशिष्टांचा उद्भव सामान्यतः दोन प्रकारांनी होतो व त्यातील प्रत्येकाची राशि आणि रासायनिक स्वभावधर्म विशिष्ट प्रकारचे असतात, ते असे: १) बॅच द्रावणे २) अपरिवाही पुनःप्रापणीय विसळण द्रव आणि अविरत परिवाही विसळण द्रव असा दोन्हीचा समावेश असलेले विसळण जल मुलामा देण्यापूर्वी अनेक अपलेपन व स्वच्छता क्रिया कराव्या लागतात. ओहायओ नदीघाटी जल. स्वास्थ्य आयोगाने (ORSANCO) (१५६) धातूंच्या भागांचे अपलेपन, स्वच्छ करणे, आणि मुलामा देण्याच्या कामातून उद्भवणाऱ्या अपशिष्टांच्या महत्वाच्या प्रकारांची खालील प्रमाणे यादी दिली आहे.

१) **स्वाम्य** (Proprietary) **द्रावणे** – बहुतेक धातू-सफाई संयंत्रात विनिर्मा-त्यांच्या सूत्राप्रमाणे तयार केलेली द्रावणे वापरली जातात. त्यांत मुख्यतः विभिन्न प्रकारचे स्वच्छ-ताकारक अगर मुलामा प्रक्रिया त्वरक (accelerators) असतात. द्रावणांच्या रासायनिक बनावटीची नक्की माहिती विनिर्मात्याकडून मिळवावी लागेल

२) **सायनाइड सांद्रक** (concentrates) – यांत सायनाईड मुलाम्याची द्रावणे आणि सायनाईडचे तुलनेने उच्च सांद्रण असलेले सायनाईड निमज्जक (dip) यांचा समावेश होतो. मासे आणि अन्य जलीय जीव तसेच मानवांना अति विषाक्त असणाऱ्या रसायनांच्या पैकी सायनाईड हे एक असल्याने अपशिष्टात त्याचे अल्प सांद्रण असले तरी त्याचे अस्तित्व अत्यंत धोकादायक ठरते आणि कोणत्याही परिस्थितीत ते टाळले पाहिजे.

३) **सायनाईड विसळण जल** – याचा उद्‌भव सायनाईडचा मुलामा दिलेल्या अथवा त्यात बुडविलेल्या धातूंच्या भागापासून होतो.

४) **सांद्रित अम्ल आणि अम्लमार्जन अपशिष्टे** – यांचा उद्‌भव मुख्यतः धातूचे अपलेपन आणि स्वच्छता करण्यातून होतो.

५) **तीव्र अम्ल विसळण जल** – याचा उद्‌भव अम्ल निमज्जन, अम्ल मार्जन द्रावण, आणि तीव्र अम्ल प्रक्रिया द्रावणातील नंतरच्या विसळणातून होतो.

६) **क्रोमेट्स** – यांचा उद्‌भव धातूवर टिकाऊ संरक्षक सफाई लेप देण्यासाठी क्रोमेट द्रावणांचा उपचार केलेल्या धातू विसळून घेतल्यामुळे होतो. सायनाईड प्रमाणेच अत्यंत अल्प सांद्रणातसुद्धा क्रोमियम विषाक्त असल्यामुळे क्रोमियम अपशिष्टे वेगळीं करण्यात येतात आणि क्रोमियम संपूर्णपणे काढून टाकण्याकरता त्यावर उपचार करण्यात येतात.

७) **सांद्रित क्षार** – यात सामान्यतः साबण, तेले आणि तरंगते घनपदार्थ असलेल्या अपयुक्त क्षारीय द्रावणांचा समावेश असतो आणि ती अधून मधून काढून टाकून देण्यात येतात.

८) **उपचार करण्याची आवश्यकता असलेली अन्य अपशिष्टे** – बहुतेक धातु-सफाई संयंत्रात धातूंची संयुगे, तेले, साबण, आणि तरंगते घनपदार्थ असलेली अपशिष्टे असतात. रासायनिक अवक्षेपण आणि pH चे समायोजन करून त्यावर उपचार केले जातात.

९) **उपचार करण्याची आवश्यकता नसलेली अपशिष्ट जले** – शीतन जले आणि दर्जात बदल न झालेल्या अन्य जलांचा ह्यांत समावेश होतो. त्यांच्यावर कोणतेही उपचार न करता ती सोडून देता येतात.

कोष्टक २३–१८
मुलामा कामाची सामान्य स्नाने (बर्फोर्ड आणि मॅसेली प्रमाणे (२१८))

स्नानाची सूत्रे	धात्वीय + सायनाईड सांद्रणे, ppm	विसळण सांद्रण, ppm	
		०.५ गॅ./ता. क्रोमविलय* (draqouts)	२.५ गॅ./तास क्रोमविलय*
१	२	३	४
निकेल			
४० औंस/गॅलन निकेल सलफेट ८ औंस/गॅलन निकेल क्लोराईड ६ औंस/गॅलन बोरिक अम्ल	८२००० Ni	४७१ Ni	८५५ Ni
क्रोमियम			
५३ औंस/गॅलन क्रोमिक अम्ल ०.५३ औंस/गॅलन सल्फ्युरिक अम्ल	२०७००० Cr	४३१ Cr	२१५५ Cr
तांबे (अम्ल)			
२७ औंस/गॅलन कॉपर सल्फेट ६.५ औंस/गॅलन सल्फ्युरिक अम्ल	५१५०० Cu	१०७ Cu	५३५ Cu
तांबे (सायनाईड)			
३.० औंस/गॅलन कॉपर सायनाईड ४.५ औंस/गॅलन सोडियम सायनाईड २.० औंस/गॅलन सोडियम कार्बोनेट	१२४०० Cu २८००० CN	२८ Cu ५८ CN	१४ Cu २९० CN
तांबे (पायरोफॉस्फेट)			
४.० औंस/गॅलन (स्वामित्व मिश्रण म्हणून) तांबे	३०००० Cu	६२ Cu	३१० Cu

(पुढील पानावर चालू)

कोष्टक २३-१८ पुढे चालू

१	२	३	४
२९.० औंस/गॅलन सोडियम पायरोफॉस्फेट			
०.४ % (राशीने) अमोनिया			
कॅड्मियम			
३.५ औंस/गॅलन कॅल्शियम ऑक्साईड	२३००० Cd	४८ Cd	२४० Cd
१४.५ औंस/गॅलन सोडियम सायनाईड	५७७०० CN	१२० CN	६०० CN
जस्त			
८.० औंस/गॅलन झिंक सायनाईड	३३८०० Zn	७० Zn	३५० Zn
५.६ औंस/गॅलन सोडियम सायनाईड	४८९० CN	१०२ CN	५१० CN
१०.० औंस/गॅलन सोडियम हायड्रॉक्साईड			
पितळ			
४.० औंस/गॅलन कॉपर सायनाईड	२१००० Cu	४४ Cu	२२० Cu
१ २५ औंस/गॅलन झिंक सायनाईड	५२५० Zn	११ Zn	५५ Zn
७.५ औंस/गॅलन सोडियम सायनाईड	४७५०० CN	९० CN	४९५ CN
४.० औंस/गॅलन सोडियम कार्बोनेट			
टिन (क्षारीय)			
१६.० औंस/गॅलन सोडियम स्टॅनेट	५३००० Sn	११० Sn	५३० Sn
१.० औंस/गॅलन सोडियम हायड्रॉक्साईड			
२.० औंस/गॅलन सोडियम अॅसेटेट			
चांदी (सायनाईड)			
४.० औंस/गॅलन सिल्व्हर सायनाईड	२४६०० Ag	५१ Ag	२५५ Ag
४.० औंस/गॅलन सोडियम सायनाईड	२१८०० CN	४५ CN	२२५ CN
६.० औंस/गॅलन सोडियम कार्बोनेट			

* मुलामा देण्यात येत असलेले द्रव्य आणि ते द्रव्य ज्यावर ठेविलेले असते त्या पाया-डांनी स्नाना (bath) मधून बाहेर नेलेल्या द्रावणाच्या राशीस कोम-विलय (drag-out) म्हणतात. विसळणाचा (rinse) वेग द. मि. स ४ गॅलन आहे असे गृहीत धरण्यात येते.

२३-१०. धातूवर मुलामा देण्यातील अपशिष्टांचे गुणधर्म –

बहुतेक अपलेपन–स्नान द्रव स्वभावतः अम्लीय असतात आणि सामान्यतः ते सल्फ्युरिक नायट्रिक आणि हायड्रोक्लोरिक अम्लापासून बनविलेले असतात; परंतु सोडियम सल्फाईड, सायनाईड आणि हायड्रॉक्साईड असलेले कांही क्षारीय स्नान द्रवही वापरण्यास हरकत नाही. अपलेपन द्रवातील रसायनांची सांद्रणे साधारणपणे १० टक्क्यांपेक्षा कमी असतात. सेंद्रिय विलेयक, अम्ल मार्जन, अथवा क्षारीय स्वच्छताकारक संयुगे वापरून स्वच्छता केली जाते. सेंद्रिय–पायस स्वच्छतारक पेट्रोलियम अथवा डांबरी विलेयक असतात व त्यांना पायसीकार–काची जोड दिलेली असते. क्षारीय स्वच्छताकारक, सोडियम हायड्रॉक्साईड, ऑर्थोफॉस्फेटः संयुक्त फॉस्फेटे, सिलिकेटे, कार्बोनेटे, कांही सेंद्रिय पायसीकारक आणि संश्लेषी आर्द्रकांचे (wetting agents) बनविलेले असतात.

बर्फोर्ड व मॅसली यांनी (२१८) (को. २३-१८) सामान्य मुलाम्याच्या कामाच्या स्नानांत वापरण्यात येणाऱ्या रसायनांचे सांद्रण सादर केले आहे आणि तसेच सर्वांत सामान्य मुलामा देणाऱ्या स्नानांचा (baths) प्रवाह तक्ता (को. २३-१९) दिला आहे.

मुलाम कामातील अपशिष्टांचे गुणधर्म आणि शक्ति मुलाम्याच्या गरजा आणि वापरलेल्या विसळणाच्या प्रकाराप्रमाणे बदलतात एकूण मुलाम्यातील अपशिष्ट स्नानाचा प्रकार व राशी यावर अवलंबून असते आणि अपशिष्ट अम्लीय अगर क्षारीय असू शकते. सायनाईड अथवा क्षारीय स्वच्छताकारक स्नानाच्या प्रामुख्यामुळे उच्च क्षारीय pH निर्माण होण्याची शक्यता असते, तर क्रोमेट स्नानांचा परिणाम ह्या उलट होण्याचा संभव असतो. अपलेपनकार्यांमुळे संयत्र–मिश्रणातून उच्च क्षारीय अपशिष्ट संप्राप्त होत असल्याने किती प्रमाणात अपलेपन कर–ण्यात आले आहे त्याला सुद्धा महत्व येते. तसेच बर्फोर्ड आणि मॅसेलीनी (२१८) सात निर–निराळ्या संयंत्रातून प्राप्त केलेली नमुनेदार मुलामाकरणातील अपशिष्ट सांद्रणे (को. २३-२०) सादर केली आहेत. मुलामा देण्याच्या संयंत्रातील अपशिष्टांची एकूण राशि त्यांच्या गुणधर्मांपेक्षा अधिक बदलती असते ही राशि प्रत्येक तयार संचाच्या संख्येइतके गॅलन अशी सामान्यतः अभिव्यक्त करता येते. बहुतेक धातु–सफाईच्या संयंत्रात अपशिष्टाची राशि दररोज ०.५ द. ल. गॅलनपेक्षा कमी असते बहुतेक संयंत्रात मुलामा देण्याकरता अतिप्रमाणात क्रोमेट्स वापरली जात असल्यामुळे क्रोमियमचे सांद्रण अन्य स्नानांतील इतर धातूंच्या सांद्रणापेक्षा सामान्यपणे किती–तरी पटीने जास्त असते (को. २३–१८)

कोष्टक २३-२०

मुलामा-अपशिष्टाची संकेंद्रणे (२१८)

संयंत्र	pH	Cu, ppm	Fe, ppm	Ni, ppm	Zn, ppm	क्रोमियम, ppm		Cn, ppm
						+ ६	एकूण	
A	३.२	१६	११	०	०	०	१.०	६
A	१०.४	१९	३	०	०	०	०.५	१४
B	४.१	५८	१.२	०	०	२०४	२४६	०.२
C	२.८	११		०.२		३	७	१.२
D	२.०	३००	१०	०	८२	०	०	०.७
E	२.४	३५	८			५५५	६१२	१.२
E	१०.७	१४	४	१९		३२	३९	२.०
F	१०.५	६	२	२५	३९			१०
G	११.३	१८	१८	२६		३६		१५
G	११.९	२३	२१	३२		९५		१३

कोष्टक २३-१९ पान ६२६ वर पहावे.

कोष्टक २३-१९*

काही सामान्य मुलामा देण्याच्या स्नानांचा प्रवाह तक्ता (वर्कोर्ड आणि मॅसेली प्रमाणे (२१८))

तांब्याचा मुलामा	कथिलाचा मुलामा	क्रोमचा मुलामा	जस्ताचा मुलामा
विद्युत् स्वच्छताकारक (ऋणाग्र)	विद्युत् स्वच्छताकारक (ऋणाग्र) (cathoide)	विद्युत् स्वच्छताकारक (ऋणाग्र)	विद्युत् स्वच्छताकारक (ऋणाग्र)
वाहणारे → विसळण (जल) (rinse)	विद्युत् स्वच्छताकारक (धनाग्र) (anodic)	वाहणारे विसळण (जल)	→ वाहणारे → विसळण जल
हैड्रोक्लोरिक अम्ल (५ %) डिप	वाहणारे → विसळण (जल)	सल्फ्युरिक अम्ल डिप	५ टक्के सल्युरिक अम्ल डिप
वाहणारे → विसळण (जल)	५ टक्के सल्फ्युरिक अम्ल डिप	वाहणारे विसळण → जल+फवारा	वाहणारे विसळण (जल) →
कॉपर सायनाईड "स्ट्राईक"	वाहणारे विसळण → (जल)	क्रोम द्रावण	झिंक साय-नाईड द्रावण
वाहणारे विसळण → (जल)	ब्राईट निकेल द्रावण	पुनःप्रापणित विसळण (जल)	वाहणारे विसळण (जल) →
वाहणारे विलळण → (जल)	वाहणारे विसळण → (जल)	धुकेरी फवारणी विसळण (जल)	फवारणी विसळण (जल)

(पुढील पानावर)

कोष्टक २३–१९ पुढे चालू

तांब्याचा मुलामा	कथिलाचा मुलामा	क्रोमचा मुलामा	जस्ताचा मुलामा
कॉपर पायरोफॉस्फेट द्रावण	साबण डिप	वाहणारे विसळण→ (जल)	ब्राइट्नर स्टिक डिप (HNO_2)
वाहणारे विसळण → (जल)	गरम वाहणारे विसळण (जल)	→ गरम स्टिल डिप	*वाहणारे विसळण → (जल)
गरम विसळण (जल) (सावकास→ होणारा परिवाह)	शुष्कन भट्टी	वाहणारे विसळण→ (जल)	वाहणारे विसळण→ (जल)
शुष्कन भट्टी		गरम विसळण जल→ (सावकास होणारा परिवाह) शुष्कन भट्टी	गरम पाण्याचा डिप (सावकास होणारा परिवाह) शुष्कन भट्टी

* पट्टावाहित (conveyorised) विद्युत आवरणाच्या सामान्य प्रकाराकरता प्रवाह तक्ते. (अंतिम निःस्त्रावाकडे परिवाहित होणारी अपशिष्टे बाणाने दाखविली आहेत.)

२३-११ धातूवरील मुलामाकरणातल्या अपशिष्टांवरील उपचार-

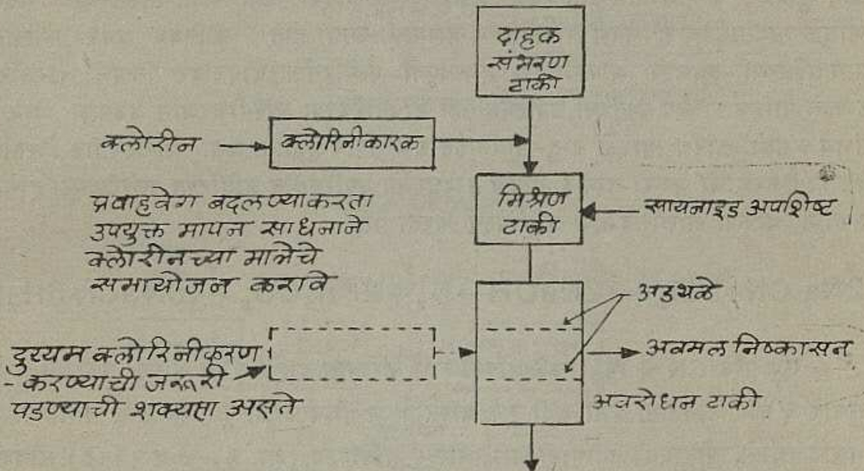
मुलामा देण्याच्या कार्यातील अपशिष्टाच्या विल्हेवाटीकरता वापरल्या जाणाऱ्या पद्धतींचे खालील दोन सामान्य वर्ग पडतात. (१) अपशिष्ट-समस्या कमी करण्याकरता अगर दूर करण्याकरता विनिर्मितिप्रक्रियेच्या अभिकल्पनांत आणि/अथवा परिचालनात सुधारणा करणे; (२) मुलामा देण्याच्या कक्षातील निःस्रावातील विषाक्त आणि आक्षेपार्ह द्रव्यांचा नाश करण्याकरता अगर तो काढून टाकण्याकरता रासायनिक (कधीकधी भौतिक) उपचारण संयंत्रांची उभारणी करणे.

अपशिष्टे कमी करण्याकरता अभिकल्पन व परिचालनात सुधारणा करण्याकरता अनेक शिफारशी करण्यात आल्या आहेत. ओहायओ नदीघाटी जल स्वास्थ्य आयोगाने (१९७) ह्या प्रथांची एक मार्गदर्शिका प्रसिद्ध केली आहे. अतिरिक्त सुधारणांत खालील बाबींचा समावेश आहे. (१) विषक्त धातू आणि त्यांच्या लवणांकरता गुरुत्व-वाहित (gravity fed) अपरिवाही आपाती धारक-टाकीचे प्रतिष्ठापन; (२) सकेंद्रित द्रव्याकरता तूटफूट होणारी आधान पात्रे निरक्षित करणे; (३) विशेष प्रकारची ठिबकणारी भांडी, फवारी विसळण यंत्रे व हलणारी यंत्रणा, यांचे अभिकल्पन करणे; (४) क्षेत्र संकुचित करून अथवा कोम विलयातील गळणारा द्रव धारक टाकीत प्रस्रावित करून, तो ओसंडून जमिनीवर सांडण्याचे अथवा अन्य हानीचे मान कमी करणे; (५) उच्च प्रमाणात धावन करण्याऐवजी उच्च दाबयुक्त धुफेरी विसळणाचा वापर करणे; (६) संकेंद्रित मुलामा-स्नानातील अपशिष्टातून मौलिक धातू परत मिळवणे; (७) इच्छित राशी इतके पुनरुधृत अपशिष्टाचे बाष्पीभवन करणे आणि स्नानात होणाऱ्या हानीच्या इतक्या वेगाने ते मुलामा-स्नानात परतविणे; (८) धूम्र मार्जकांतील (fume scrubbers) आर्द्र-धावक अपशिष्टांचे पुनराभिरण करणें.

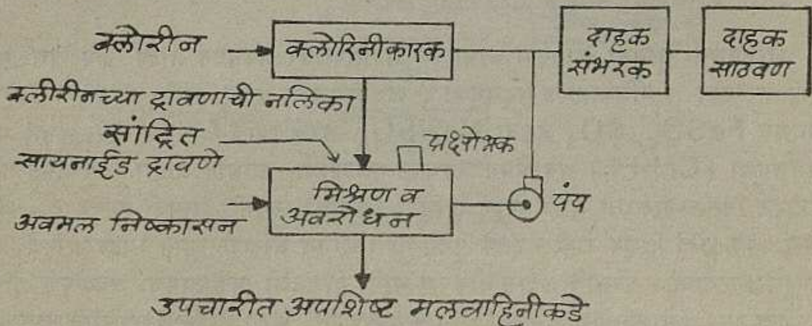
मुलामाकरणातील अपशिष्टांचे रासायनिक व भौतिक साधनांनी, खालील तीन उद्देश साध्य करण्यासाठी मुख्यतः उपचार करण्यात येतात. (१) सायनाइडांचे निष्कासन करणे, (२) क्रोमियमचे निष्कासन, आणि (३) सर्व अन्य धातू, तेले आणि ग्रीजचे निष्कासन.

जरी सायनाईडांच्यावरील उपचार बहुतेक वेळा क्षारीय क्लोरिनीकरण करून साध्य करण्यात येत असले तरी कमीतकमी खालील दहा पद्धतींनी ते केले जातात. (१५६) (१) क्लोरिनीकरण (गॅस), (२) हायपोक्लोराइट्स, (३) ClO_2, (४) O_3 (ओझोनीकरण), (५) कमी विषाक्त सायनाईडच्या मिश्र संचांत परिवर्तन, (६) विद्युत् विश्लेषिक (electrolytic) ऑक्सीकरण, (७) अम्लीकरण, (८) चुना-सल्फर पद्धत, (९) आयन विनिमय, आणि (१०) शुष्क होईपर्यंत तापन.

क्रोमियमयुक्त मुलामा कामातील अपशिष्टांचे सायनाईड अपशिष्टांपासून सामान्यतः विलगन करण्यात येते, कारण अवक्षेपण होण्यापूर्वी (षट्संयुजी (hexavalent) क्रोमियमचे त्रिसंयुजी अवस्थेत परिवर्तन होण्यासाठी) त्यांचे अपचयन (reduction) आणि अम्लीकरण करावे लागते. बेरियम सल्फाईडच्या सहाय्याने जरी षट्संयुजी स्वरुपात असलेले क्रोमियम जसेच्या तसेच अवक्षेपित करणे शक्य असले तरी ही पद्धत व्यापकपणे वापरण्यात येत नाहीं. Cu, Ni, Fe यांच्या सारखे अन्य धातू. आणि ग्रीज यांचे निष्कासन सामान्यपणे प्रथम उदासीनीकरण व नंतर रासायनिक अवक्षेपण करून साध्य करण्यात येते.



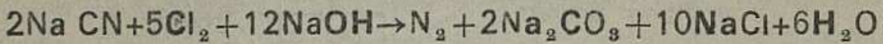
आकृति २३–७ सायनाईड अपशिष्टांचे अखंड क्लोरिनीकरण (Orsanco (१५६)



आकृति २३–८. सायनाईड अपशिष्टाचे बॅच क्लोरिनीकरण (ऑर्सन्को (१५६))

या पद्धतीचे वाचकाला अधिक चांगले कामचलाऊ ज्ञान होण्यासाठी, अत्यंत व्यापक प्रमाणात वापरण्यात येत असलेल्या तीन पद्धतींची चर्चा पुढील परिच्छेदात करण्यात आली आहे.

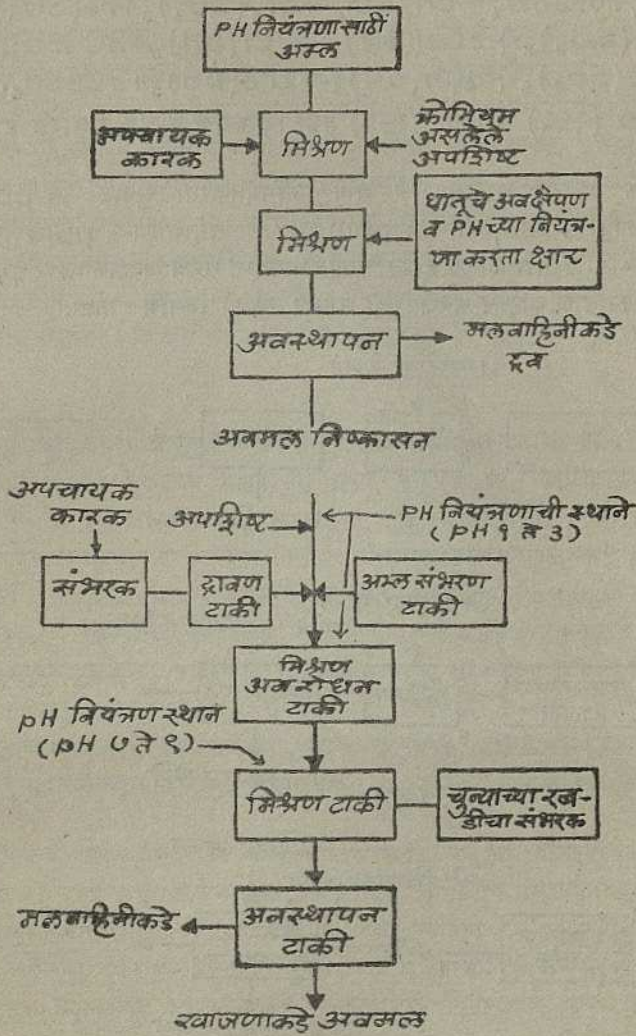
क्षारीय क्लोरिनीकरणाने सायनाईडयुक्त अपशिष्टांच्या उपचारणात, उच्च pH असलेल्या धातूवरील मुलामा देण्याच्या कामातील अपशिष्टात क्लोरीन गॅस मिसळण्याचा अंतर्भाव केलेला असतो. सामान्यतः $Ca(OH)_2$ अथवा NaOH सारखे पर्याप्त क्षार, अपशिष्टातील pH सुमारे " वर येण्याकरता, क्लोरिनीकरण करण्यापूर्वी अपशिष्टात मिसळण्यात येतात. त्यामुळे सायनाईडचे संपूर्णपणे ऑक्सीकरण होण्याची खात्री होते सोडियम अगर कॅल्शियम सायनाईडच्या लवणाचे ऑक्सीकरण होण्यापूर्वी क्लोरिनीकरणाबरोबर मिश्रण जोरजोराने ढवळले पाहिजे. अन्य धातूंच्या उपस्थितीतही सायनाईडच्या ऑक्सीकरणास अडथळा येण्याचा संभव असतो, कारण त्यामुळे धातु–सायनाईड संच तयार होतात. अशा परिस्थितीत विस्तरित क्लोरिनीकरणाची जरूरी लागेल. दाहक सोड्याच्या उपस्थितीत अतिरिक्त क्लोरीनमुळे होणारी संभाव्य विक्रिया खालीलप्रमाणे अभिव्यक्त करता येते.



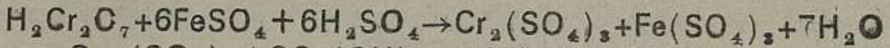
$$2NaCN + 5Cl_2 + 12NaOH \rightarrow N_2 + 2Na_2CO_3 + 10NaCl + 6H_2O$$

एक पौंड CN चे N_2 मध्ये ऑक्सीकरण करण्यास दाहक सोडा आणि क्लोरीन प्रत्येकी सुमारे ६ पौंड लागतात. कधी कधी पूर्ण ऑक्सीकरण होण्याकरता पूर्ण २४ तास क्लोरिनीकरण करावे लागते. ओहायओ नदीघाटी जल स्वास्थ्य आयोगाचे (आ. २३–७ व २३–८) सायनाईड अपशिष्टांच्या अखंड आणि गटवार अशा दोन्ही उपचारणांचे आयोजन आलेख सादर केले आहेत.

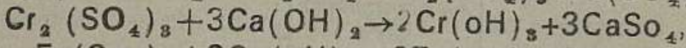
क्रोमियमचा मुलामा देण्याच्या कामातील अपशिष्टावर अपचयन आणि अवक्षेपण करून उपचार करण्यात अपशिष्टातील षट्संयुजी (क्रोमिक अम्ल अथवा क्रोमेट्स म्हणून Cr^{+6}) क्रोमियमचे $FeSO_4$, SO_2 अथवा $NaHSO_3$ सारखे अपचयनी कारक (agent) वापरून त्रिसंयुजी (Cr^{+++}) अवस्थेप्रत अपचयन करण्याचा, अंतर्भाव असतो. अपचयित क्रोमियमबरोबर मिसळण्याकरता आणि संपूर्ण विक्रिया होण्याची खात्री असावी म्हणून ३.० अथवा त्यापेक्षा कमी pH टिकून राहील इतके पुरेसे मुक्त खनिज अम्लही त्यात असले पाहिजे. अपचयन पूर्ण झाल्यानंतर अम्लाचे उदासीनीकरण आणि त्रिसंयुजी क्रोमियमचे अवक्षेपण होण्याकरता एक क्षार (सामान्यपणे चुनखडी) मिसळण्यात येतो. फेरस सल्फेट वापरल्याने रासायनिक विक्रिया (reaction) घडून येणारी उपचारणाची पद्धत खाली निर्दशित केली आहे.



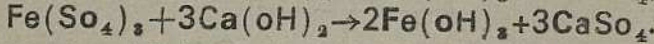
आकृति २३-९. क्रोमियमचे अपचयन व अवक्षेपण-



$$H_2Cr_2C_7+6FeSO_4+6H_2SO_4\rightarrow Cr_2(SO_4)_3+Fe(SO_4)_3+7H_2O$$



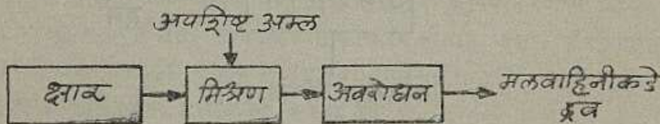
$$Cr_2\,(SO_4)_3+3Ca(OH)_2\rightarrow 2Cr(oH)_3+3CaSo_4,$$

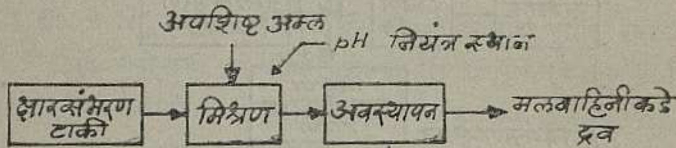


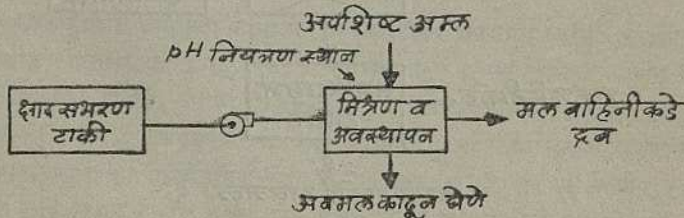
$$Fe(So_4)_3+3Ca(oH)_2\rightarrow 2Fe(oH)_3+3CaSo_4.$$

ORSANCO (१५६) ने (आ. २३-९) ह्या विक्रियांचे आलेख दाखविले आहेत.

दर एक दशलक्ष भागात एक भाग क्रोमियमकरता सुमारे १६ ppm कॉपेरास, ६ ppm सल्फ्युरिक अम्ल, आणि ९ ppm चुना लागतो, आणि २ ppm क्रोमियम हायड्रॉक्साईड व ०.४ ppm फेरिक हायड्रॉक्साईड अवमल, तसेच जवळजवळ २ ppm कॅल्शियम सल्फेट (ज्यातील कांहीचे अवक्षेपणही झालेले असते) निर्माण होतात.





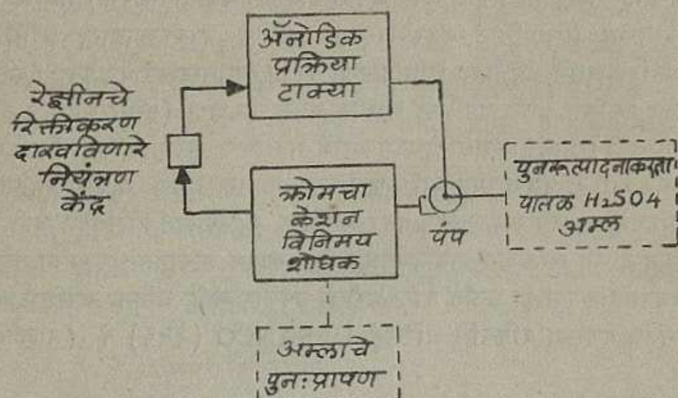


आकृति २३-१०. अ) अम्ल उदासीनीकरण ब) अखंड अम्ल उदासीनीकरण क) बॅच अम्ल उदासीनीकरण ORSANCO (१५६)

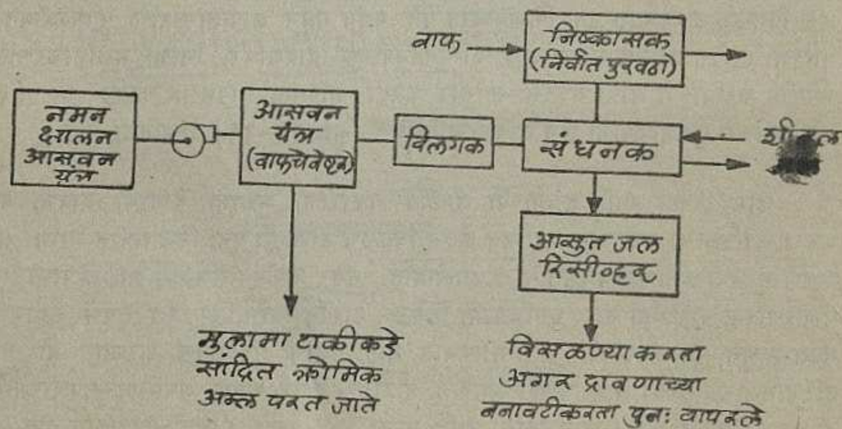
अम्ल धातु, तेल, आणि ग्रीज युक्त अपशिष्टावरील उदासीनीकरण आणि अवक्षेपण करून केलेल्या उपचारात तीं अपशिष्टे, नंतरच्या आणि अंतिम उपचारणासाठी पूर्वी ऑक्सीकरण झालेले सायनाइड आणि अपचयित क्रोमियमच्या करता अपशिष्टांबरोबर पुनः एकत्रित करावी लागतात. जर एकत्रित केलेले अपशिष्ट अम्लीय असले तर क्षार (साधारणपणे ५ ते १० प्रति–शत चुन्याची खडी) धातूंचे उदासीनीकरण आणि अवक्षेपण करण्याकरता, मिसळण्यात येतो. त्यातून निर्माण झालेले पुंजके मोठें आणि फार जड असतात. आणि म्हणून पर्याप्त पुंजीकरण झाल्यानंतर प्रवाहाचा वेग कमी होतो. नंतर अपशिष्ट अवस्थापित होऊ दिले जाते. सामान्यतः अवमल काढून टाकून खांजणात साठविण्यात येतो, कारण सावकास सुकणाऱ्या तुलनेनें निरुप–द्रवी धातु–अवमलांकरता हा सर्वांत काटकसरीचा उपचार आहे. अंतिम अपशिष्टावर उपचार करण्याशी संबंध येणाऱ्या प्रक्रियांचे आरेखही ORSANCO (१५६) ने (आकृति २३–१०) दिले आहेत.

पुनःप्रापणाच्या प्रथांमध्ये मुख्यतः आयन विनिमय आणि बाष्पनाचा संबंध येतो. आयन विनिमयकांचा वापर जल–मृदुकरण पद्धतीची केवळ प्रयुक्ति आहे आणि त्याची सर्वोत्तम प्रयुक्ति, पुनःप्राप्य धातू खेरीज अन्य संदूषक परधातू राहू नये अगर राहीलीच तर अगदी अल्प रहावी म्हणून मुलामाकरणानंतर केलेल्या विसळण जलाच्या उपचारणात असते. विसळण जल विशिष्ट प्रयुक्ती (application) करता निवडलेल्या धनायनिक (cationic) आणि ऋणा·यनिक (anionic) रेझीनांच्या संस्तरांतून जाऊ देण्यात येते आणि अनायनीकृत (deionized) जल विसळण टाकीमधून पुनः फिरविण्यात येते मधून मधून आयनसंस्तरांचे पुनरुज्जीवन केलें पाहिजे. सांद्रित धातुंची लवणे असलेल्या पुनरुज्जीवक द्रावणांवर, त्यांचा मुलामाकरणात पुनः उपयोग करण्याच्या आधी आणखी उपचार करावे लागतात. ORSANCO ने (१५६) क्रोमियमच्या पुनःप्रापणाचा एक आयन विनिजयक (आ. २३–११) दाखविला आहे.

क्रोम, निकेल, आणि तांब्याच्या अम्लीय प्रकाराची मुलामा देण्याची द्रावणे, कांचेचे अस्तर लाविलेल्या उपकरणात बाष्पन करून विसळण टाकीतून पुनः मिळवावीत आणि सांद्रित द्रावणे मुलामाकामाच्या यंत्रणेत परत पाठवावीत. नंतर वाफेतून संघनित झालेले पाणी, मुला–माकरणाच्या टाकीच्या नंतर बसविलेल्या विसळण टाकीत स्वाभाविक जल लवणें तयार होऊ नयेत म्हणून, पुनः वापरण्यात येते. मौल्यवान धातुलवणांचे पुनःप्रापण करण्यात ही प्रक्रिया परिणामकारक ठरली आहे. उपकरणांवरील प्रारंभिक खर्च, केवळ अपशिष्ट–उपचारणामुळेच नव्हे तर विशेषतः जेव्हा अपशिष्टांची राशि जास्त असते तेव्हा धातूंची पुनःप्राप्ति होत अस—ल्याने परत मिळाल्या सारखाच होतो. ORSANCO ने (१५६) (आ. २३–१२) एक आयोजन व्यवस्था दाखविली आहे.



आकृति २३-११. क्रोम शुद्धिकारक आणि पुनःप्रापण यंत्रणा (ORSANCO) (१५६)



आकृति २३-१२. निर्वात बाष्पनाने क्रोमिक अम्लाचे पुनःप्रापण (ORSANCO) (१५६)

संदर्भ : धातू-मुलामाकामातील अपशिष्टे –

१ 'अल्कलाईन क्लोरीनेशन फॉर सायनाईड वेस्ट ट्रीटमेंट,' वॉलेक्स अँड टियर्नन कं. इन्कॉ., २५ मेन स्ट्रीट, बेलेव्हिल, ९. एन. वाय, पुनर्मुद्रित (१९५२)

२ ॲलन, एल. ए., आणि इतर 'सायनोजेन क्लोराईड फॉर्मेशन डिवरिंग क्लोरिनेशन ऑफ सर्टन वेस्ट्स, टॉक्सिसिटी टू फिश,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, १, १८९ (जानेवारी १९४९)

३ अमेरिकन इलेक्ट्रो प्लेटिंग सोसायटीचा संशोधन अहवाल क्र. १०, प्रगतीचा अहवाल स्टर्लिंग प्रयोगशाळा, येल विश्वविद्यालय, (डिसेंबर ६, १९५१)

४ अँडर्सन, ई. एफ., 'एलिमिनेटिंग ॲसिड डिस्पोजल इन मेटल क्लीनिंग ऑपरेशन, इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, २, ५२ (मार्च–एप्रिल १९५७)

५ बार्न्स, जी, ई; 'ट्रीटमेंट वर्क्स फॉर प्लेटिंग वेस्ट्स कंटेनिंग टॉक्सिक मेटल्स अँड सायनाइड्स,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, ९४, ८, २६७–२७१ (ऑगस्ट १९४७)

६ बार्न्स, जी. ई; आणि एम. एम. ब्रेडेक, 'ट्रीटिंग पिक्लिंग लिकर्स फॉर रिमूव्हल ऑफ टॉक्सिक मेटल्स,' इंजनिअरिंग न्यूज रेकॉर्ड, १२९, १५, ८६–८८ (आक्टोबर १९४२)

७ बार्न्स, जी. ई; आणि एल. डब्ल्यू, बीनबर्जर, 'कॉम्प्लेक्स मेटल फिनिशिंग वेस्ट्स, लिक्ड बाय इफेक्टिव्ह केमिकल ट्रीटमेंट,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग २८, ३, १२४ (मार्च १९५७)

८ बार्न्स, जी. ई., आणि एल. डब्ल्यू, बीनबर्जर, वेस्ट डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स इन दि मेटल्स फिनिशिंग इंडस्ट्री,' ५ व्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (एप्रिल १९५६) पा २०१

९ बॅक्टर, आर. आर., 'सायनाईड वेस्ट्स डिस्ट्रॉय फिश, अँडर्सन इंडि.,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, ३, ५८५ (मे १९४६)

१० बाल्डेन, ए. आर, 'ट्रीटमेंट ऑफ इंडस्ट्रियल प्रोसेस वेस्ट ॲट क्रिस्लर कार्पो.,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ८, ९३४ (ऑगस्ट १९५९)

११ Beohner, एछ. एल; आणि ए. बी. मिडलर, 'आयन एक्स्चेंज इन वेस्ट ट्रीटमेंट,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४१, ३, ४४८ (मार्च १९४९)

१२ बेसेलिव्हर, ई बी., 'ए रिॲलिस्टिक ॲप्रोच टू दि ट्रीटमेंट ऑफ प्लेटिंग वेस्ट्स,' ५ वे ओंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन, (मे १९५८) पान ९०–११०

१३ बिलिंग्ज, एन; 'ग्राऊंड वॉटर पोल्यूशन इन मिशिगान,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १२, १५९६–१६०० (डिसेंबर १९५०)

१४ ब्लीवीज, जे; 'प्लेटिंग वेस्ट डिस्पोजल,' आयर्न एज, १६३, २३, ७८–८३ (जून १९४८)

१५ ब्लडगुड, डी ई; 'टेन्थ पर्ड्यू कॉन्फरन्सः हायलाइट्स इंडस्ट्रियल वेस्ट प्रॉब्लेम्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, १, ३३ (सप्टेंबर-ऑक्टोबर १९५५)

१६ ब्लडगुड, डी. ई; आणि एफ. जे लूसॉन, 'रिमूव्हल ऑफ टॉक्सिक सब्स्टन्सेस फ्रॉम मेटल प्लेटिंग वेस्ट्स बाय आयन एक्स्चेंज,' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्य-वाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, विस्तारमाला ६४ (१९४७) पान १९६–२०८

१७ ब्लडगुड, डी ई, आणि ए. स्ट्रिक्लंड, 'कॅरेक्टरिस्टिक्स ऑफ क्रोमियम वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३: ५, ६९७ (में १९५१)

१८ ब्लडगुड, डी. ई., आणि ए. स्ट्रिक्लंड, 'पिक्यूलियर कॅरेक्टरिस्टिक्स ऑफ क्रोमियम,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९)

१९ ब्रिक, आर. जे; 'सिस्टिम्स फॉर दि डिस्ट्रक्शन ऑफ सायनाईड वेस्ट्स अॅट ब्यूक मोटर डिव्हिजन,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५३)

२० ब्रिक, आर. जे; 'क्रोमिक ॲसिड रिकव्हरी बाय आयन एक्स्चेंज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २६, २, १९७ (फेब्रुवारी १९५४)

२१ बर्डिक, जी. ई; आणि एम. Zipszhuetr, 'टॉक्सिसिटी ऑफ फेरो अँड फेरी-सायनाईड सोल्यूशन्स टू फिश, अँड डिटर्मिनेशन ऑफ दि कॉज ऑफ मॉर्टेलिटी,' ट्रॅन्झॅक्शन्स ऑफ अमेरिकन फिशरीज सोसायटी, ७८ (१९५०) पा. १९२—२०२

२२ कार्लसन, पी आर; 'सायनाईड वेस्ट डिस्पोजल सर्व्हे,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, १२, १५४१ (डिसेंबर १९५२)

२३ कार्मायकेल, डी. सी; 'सायनाईड वेस्ट्स अॅट ड्यूपॉट,' कन्सल्टिंग इंजनिअर (डिसेंबर १९५२)

२४ कार्मायकेल, डी. सी; 'ए कंटीन्युअस मेथड फॉर ट्रीटमेंट ऑफ सायनाईड वेस्ट्स,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

२५ कॅरेन, जे, डब्ल्यू., 'दि फ्ल्यू गॅस मेथड ऑफ ट्रीटिंग क्रोम प्लेटिंग वेस्ट्स,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५९)

२६ चेंबर्लिन, एन. एस; आणि आर. व्ही. डे 'टेक्नॉलजी ऑफ क्रोम रिडक्शन बुइथ सल्फर डायऑक्साईड,' ११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट समेलनाची कार्यवाही पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५६)

२७ चेंबर्लिन, एन. एस; आणि एछ. बी. स्नायडर, ज्यू, 'टेक्नॉलजी ऑफ ट्रीटिंग प्लेटिंग वेस्ट्स,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५५)

२८ चेंबर्लिन, एन. एस, आणि एछ. बी. स्नायडर, ज्यू, 'ट्रीटमेंट ऑफ सायनाईड अँड क्रोमियम वेस्ट्स,' औद्योगिक स्वास्थ्यविषयक संमेलन ह्यूस्टन, टेक्सास (सप्टेंबर २७, २९, १९५२)

२९ चेस्टर, ए. ई; दि इंपॉर्टन्स ऑफ मिनरल–फ्री वॉटर इन दी प्लेटिंग इंडस्ट्री,' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४७)

३० ख्रिस्टी, ए. ए., आणि इतर. 'दि कलरीमेट्रिक डिटर्मिनेशन ऑफ कॅड्मियम, क्रोमियम, कॉपर, आयर्न, लेड, मँगेनीज, निकेल, अँड झिंक इन स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स' जल प्रदूषण संशोधन प्रयोगशाळा, पुनर्मुद्रण क्र. ३०९, अॅनॅलिस्ट, ८२,)मे १९५७) पा. ९७४

३१ 'क्रोमियम साल्व्हेज,' केमिकल इंडस्ट्रीज, ६८, ७, २१, २३ (मार्च १९५१)

३२ कूपर, जे. ई , आणि डब्ल्यू. एस. वाईज, 'प्लेटिंग अँड मेटॅलर्जिकल वेस्ट्स. प्रॉब्लेम्स अँड प्लँटस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ६, ९७६ (जून १९५०)

३३ कॉर्कोरान, एल. एम., 'अँनोडायझिंग वेस्ट्स, ट्रीटमेंट, आयन एक्स्चेंज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, ११, १२५९ (नोव्हेंबर १९५५)

३४ काकोंरान, ए. एन., 'ट्रीटमेन्ट ऑफ सायनाईड वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, २, २२८ (फेब्रुवारी १९५०)

३५ कॉस्टा, आर. एल.,'रीजनरेशन ऑफ क्रोमिक अॅसिड सोल्यूशन्स बाय केशन एक्स्चेंज' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४२, २, ३०८ (फेब्रुवारी १९५०)

३६ कॉटन, डी. ए., आणि ए. डब्ल्यू. नील 'सायनाईड वेस्ट ट्रीटमेंट मेथड्स,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, १९, ६, ११०८ (नोव्हेंबर १९४७)

३७ कॉक्स, आय, डी,, 'ए कंबाइन्ड वॉटर सॉफनिंग अँड प्लेटिंग वेस्ट ट्रीटमेन्ट प्लँट ऑपरेशन,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे१९५२)

३८ कॉक्स, आय. डी., 'प्रॅक्टिकल रिझल्ट्स ऑफ अल्कली क्लोरीन ट्रीटमेंट ऑफ सायनाईड वेस्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, १०, १३१२ (आक्टोबर १९५२)

३९ 'कर्टिस राइट प्लँट ट्रीट्स सायनाईड वेस्ट्स,' क्लोरिनेशन टॉपिक्स वॉलेस अँड टियर्नन कं, इन्कॉ., न्यूवर्क, एन. जे. क्र. ४ (मार्च १९४९) पान ४५

४० डेव्हिड, एम. एम; आणि एछ. ब्लिस, 'दि अॅप्लिकेशन ऑफ आयन एक्स्चेंच टू दि ट्रीटमेंट ऑफ डायल्फर ब्रास मिल वेस्ट्स,' ट्रॅन्झॅक्शन्स ऑफ इंडियाना इन्स्टिटयूट ऑफ केमिकल इंजनिअर्स, ५ (१९५२-१९५३) माला क्र. २१४

४१ डेव्हिडस, एछ. डब्ल्यू., आणि एम. लीबर, 'अंडर ग्राऊंड वॉटर कॉटॅमिनेशन बाय क्रोमियम वेस्ट्स,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, ९८, १२, ५२८-५३४ (डिसेंबर १९५१)

४२ डेलॉस. जे. एस; 'हेक्झॅव्हॅलंट क्रोमियमः इट्स प्रेझेन्स इन ट्रीटेड सायनाईड रिन्स वॉटर्स.,' १२ व्यां औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे१९५७)

४३ डविट्, सी. सी; आणि इतर, 'सिंथटिक आयर्न ऑक्साईड पिग्मेंट्स,' मिशिगान राज्य महाविद्यालयीन अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, परिपत्रक ११०, (१९५२)

४४ डिकर्सन, बी. डब्ल्यू., आणि आर. एम. ब्रुक्स,' न्यूट्रलायझेशन ऑफ अॅसिड वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४२, ४, ५९९-६०५ (एप्रिल १९५०)

४५ 'डिस्पोजल ऑफ स्पेंट सल्फेट पिक्लिंग सोल्यूशन्स,' ओहायओ नदी घाटी जल स्वास्थ्य आयोगाची पोलाद उद्योग कार्य समिती, (१९५२)

४६ डॉब्सन, जे. जी; 'सायनाईड वेस्ट ट्रीटमेंट बाय क्लोरिनेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ६, १००७ (नोव्हेंबर १९४७)

४७ डॉब्सन, जे. जी; 'डिस्पोजल ऑफ सायनाईड वेस्ट्स,' मेटल फिनिशिंग, ४५, २, ७८-८१ (फेब्रुवारी १९४७), ४५, ३, ६८-७१ (मार्च १९४७)

४८ डॉब्सन, जे. जी., 'ट्रीटमेंट ऑफ सायनाईड वेस्ट्स बाय क्लोरिनेशन,' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४७)

४९ डॉब्सन, जे. जी., 'क्लोरिनेशन ऑफ सायनाईड वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १, १४१ (जानेवारी १९५०)

५० डॉज, बी. एफ., आणि डी. सी. रीम्स, 'डिस्पोजल ऑफ प्लेटिंग रुम वेस्ट्स,' अमेरिकेच्या विद्युत मुलामाकरण संस्थेचा संशोधन अहवाल १४, प्लेटिंग, ३६, १९४९ पा. ८-३५

५१ डॉज, बी. एफ; आणि डी सी. रीम्स, 'डिस्पोजल ऑफ प्लेटिंग रुम वेस्ट्स, ए क्रिटिकल रिव्ह्यू ऑफ दि लिटरेचर पर्टेनिंग टू दि डिस्पोजल ऑफ वेस्ट सायनाईड सोल्यूशन्स,' प्लेटिंग ३६ (१९४९) पान ४६३-४६९, ५१२. ५७१-५७७, ६६४, ७२३-७२५, ७२८-७३२

५२ डॉज, बी. एफ, आणि डब्ल्यू. झब्बॅन, 'डिस्पोजल ऑफ प्लेटिंग रुम वेस्ट्स, सायनाईड वेस्ट्स: ट्रीटमेन्ट वुइथ हायपोक्लोराइट्स अॅन्ड रिमूव्हल ऑफ सायनेट्स,' प्लेटिंग ३८ (१९५१) पान ५६१-५६५, ५७१-५८६, ३९ (१९५२) पान ३८५

५३ डॉज बी. एफ; आणि डब्ल्यू. डब्बॅन, 'हाऊ स्मॉल इलेक्ट्रोप्लेटर कॅन ट्रीट सायनाईड प्लेटिंग वेस्ट सोल्यूशन्स वुइथ हायपोक्लोराइट्स,' प्लेटिंग, ४२, १, ७१ (जानेवारी १९५५)

५४ डीओरॅझिओ, ए, जे. 'प्री ट्रीटमेंट ऑफ सायनाईड अँड क्रोमियम वेस्ट प्लस ट्रीटमेंट ऑफ ऑइली वेस्ट्स,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५९)

५५ डी'ओरॅझिओ, ए. जे; 'ट्रीटमेंट ऑफ क्रोमेंट वेस्ट यूजिंग लिक्विड सल्फर डायऑक्साईड,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९६०)

५६ डी'ओरॅझिओ, ए. जे; 'व्हॅक्यूम इव्हॅपोरेशन अँड डीआयनाझेशन फॉर दि रिकव्हरिंग ऑफ प्लेटिंग मटीरीयल,' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९५४)

५७ Dvorin, आर., 'व्हेरिएशन्स इन दि डिझाईन ऑफ प्लेटिंग वेस्ट ट्रीटमेंट सिस्टिम्स,' प्लेटिंग, ४५, ८, ८२७ (ऑगस्ट १९५८)

५८ Dvorin, आर; 'वॉटर अँड वेस्ट ट्रीटमेंट, ए रिव्ह्यू ऑफ मेथड्स फॉर दि मेटल फिनिशिंग इंडस्ट्री,' मेटल फिनिशिंग गाईड बुक डिरेक्टरीमधून २८ वी आवृति, (१९६०)

५९ एडन, जी. ई. आणि इतर, 'क्लोरिनेशन ऑफ सायनाईड वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ९, १२१३ (सप्टेंबर १९५१)

६० एडन, जी. ई., बी एल. हॅम्प्सन, आणि ए. बी. व्हीटलंड, 'डिस्ट्रक्शन ऑफ सायनाईड इन वेस्ट वॉटर्स बाय क्लोरिनेशन,' जर्नल ऑफ दि सोसायटी ऑफ केमिकल इंडस्ट्री (लंडन) ६९ (१९५०) पा. २४४-२४९

६१ एडवर्डस, जी. पी. आणि एफ. ई. न्यूस्त्रजर, 'क्रोमियम वेस्ट्स इफेक्टस ऑन अॅक्टिव्हेटेड स्लज, टॉलमॅन्स आयलंडस, न्यूयॉर्क,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ४, ५९८ (जुलै १९४७)

६२ एहलेन, डब्ल्यू. जे., 'कॅरेक्टर ऑफ प्लेटिंग वेस्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ६, ११०३ (नोव्हेंबर १९४७)

६३ एहलेन, डब्ल्यू. जे., 'दि कॉंपोझिशन ऑफ मेटल प्लेटिंग वेस्ट्स,' २ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (जानेवारी १९४६)

६४ एल्ड्रिज, ई. एफ; 'सायनाईड रिमूव्हल मेथड्स, स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ५, ५, ८९७ (सप्टेंबर १९३३)

६५ एल्ड्रिज, ई. एफ; इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट प्रॅक्टिस, न्यूयॉर्क मॅक् ग्रॉ-हिल बुक कं., इन्कॉ., (१९४२), पान २८९–२९१, २९४-२९९

६६ एल्ड्रिज, ई. एफ., 'दि रिमूव्हल ऑफ सायनाईड फ्रॉम प्लेटिंग रूम वेस्ट्स,' मिशिगान राज्य अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, परिपत्रक ५२, (जुलै १९३३)

६७ ॲर्गनियन, जी. के., 'दि इफेक्ट ऑफ क्रोम प्लेटिंग वेस्ट्स, ऑन वॉर्सा, इंडियना, स्युवेज ट्रीटमेंट प्लँट,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय; (मे १९५९)

६८ फॅड्जेन, टी. जे., 'ए स्टडी ऑफ दि पॉसिबल यूज ऑफ आयन एक्चेंज फॉर दि रिकव्हरी ऑफ मेटल फ्रॉम इलेक्ट्रोप्लेटिंग वेस्ट्स,' पडर्यू विश्वविद्यालयाचे अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, विस्तार माला ७९ (१९५२) पान २४–३२

६९ फॅड्जेन, टी जे., 'मेंटल रिकव्हरी बाय आयन एक्स्चेंज,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ९, ११०१ (सप्टेंबर १९५२)

७० फॅड्जेन, टी. जे; 'इलेक्ट्रो प्लेटिंग वेस्ट्स, आयन एक्स्चेंज युनिट्स ऑपरेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, २, २०६ (फेब्रुवारी १९५५)

७१ फेंअर, सी. एम; 'इकॉनमिक्स इन मेटल फिनिशिंग वेस्ट्स मॅनेजमेंट,' जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचे नियतकालिक, ३२, ६, ६३२ (जून १९६०)

७२ फेल्स, ए. एल; 'ॲनॅलिसिस ऑफ प्लेटिंग वेस्ट डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ५, ८५७ (सप्टेबर १९४८)

७३ फिस्को, आर., 'ए रिव्हयू ऑफ दि प्रोसेस ऑफ हेक्झॅव्हॅलंट क्रोमियम रिडक्शन युटिलायझिंग वेस्ट फ्ल्यू गॅस,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्व–विद्यालय, (मे १९६०)

७४ फिशर आणि पोर्टर कं., 'इन्स्ट्रमेंटेशन फॉर कंट्रोल ऑफ सायनाईड अँड क्रोम वेस्ट ट्रीटमेंट प्रोसेसेस अँप्लिकेशन,' परिपत्रक १०, ९०, आणि २४२ (मार्च १९५५)

७५ फ्लो, सी. एफ; आणि ए. ई. ड्रकर, 'इलेक्ट्रो-हायड्रोमेटॅलर्जिकल प्रोसेस फॉर कॉपर फ्लोरेशन कॉंसेंट्रेट,' वॉशिंग्टनचे राज्य महाविद्यालयीन मासिक परिपत्रक, १४, ५ (आक्टोबर १९३१)

७६ 'फॉर इफेक्टिव्ह न्यूट्रलायझेशन ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट्स (मायक्रोमॅक्स ॲटोमॅटिक pH कंट्रोल),' लीड्स आणि नॉथ्रप कं., फिलाडेल्फिया ND-९६–७०८, (१९४९)

७७ फॉक, डी. जी; आणि आर. एफ. लेडफो रा, 'प्लेटिंग वेस्ट्स, रिव्हयू ऑफ रिसर्च, मेटल फिनिशिंग, ५३, १, ६७ (जानेवारी १९५५)

७८ फ्रॅङ्किन, ए. एम., आणि ई. बी. टूपर, 'ट्रीटमेंट ऑफ स्पेंट सल्फ्युरिक अॅसिड पिक्लिंग लिकर्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४७, १, ८७ (जानेवारी १९५५)

७९ फिल, एफ. एस; आणि जी. टी. वीस्ट, 'सायनाईड रिमूव्हल फ्रॉम मेटल फिनि-शिंग वेस्ट्स,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, ९२, ३, ९७-९८ (मार्च १९४५)

८० गार्ड, सी. एम., सी. ए. स्नॅव्हली, आणि डी जे. लेमन, 'डिझाईन अँड ऑपरेशन ऑफ ए मेटल वेस्ट ट्रीटमेंट प्लँट,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ११, १४२९-१४३८ (नोव्हेंबर १९५१)

८१ गॅलमन, एछ. ए., आणि डब्ल्यू. डब्ल्यू. हॉज, 'व्हॅक्यूम कार्बोनेट प्रोसेस फॉर रिक-व्हरी ऑफ हायड्रोजन सल्फाईड अँड सायनाईड कंपौड्स,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेल-नाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५५)

८२ गॅरेट, आर. एल; आणि इतर, 'हाऊ ट्रॅन्सवर्ल्ड एअर लाईन्स ट्रीट्स प्लेटिंग शॉप वेस्ट्स,' प्लेटिंग, ४५, ८, ८४७ (ऑगस्ट १९५८)

८३ ग्रे, ए. जी; 'फिनिशिंग क्लिनिक,' प्रॉडक्ट्स फिनिशिंग, १२ (मार्च १९४८) पान ७४-८६

८४ ग्रे, ए. जी; 'प्रॅक्टिकल मेथड्स फॉर ट्रीटमेंट ऑफ प्लेटिंग रुम वेस्ट्स,' प्रॉडक्ट्स फिनिशिंग, १४ (ऑगस्ट १९५०) पान ६८-८४

८५ ग्रे, ए. जी; 'यूज ऑफ लाईम स्टोन बेड्स टू न्यूट्रलाईझ वेस्ट फ्रॉम अॅसिड डिपिंग अँड पिक्लिंग ऑपरेशन्स,' प्रॉडक्ट्स फिनिशिंग, १२, १, ७८, ८० (आक्टोबर १९४७)

८६ ग्रीन्वर्ग, एल; 'प्लेटिंग अँड वेस्ट ट्रीटमेंट,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ५२, ८, ८३ A (ऑगस्ट १९६०)

८७ ग्रिडले, जे; 'ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल ऑफ वेस्ट वॉटर्स कंटेनिंग क्रोमेट,' रासाय-निक उद्योग संस्थे (लंडन) चे नियतकालिक, ६४ (डिसेंबर १९४५) पान ३३९-३४४

८८ ग्रिडले, जे., 'क्रोमियम वेस्ट ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, ६, १२४४ (नोव्हेंबर १९४६)

८९ ग्रनर, सी. टी; 'इन्सिनरेशन अॅज ए मीन्स फॉर दी डिस्पोजल ऑफ सॉलिड सायनाईड,' ११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५६)

९० गर्नहॅम, सी. एफ., 'करंट ट्रेंडस इन प्लेटिंग वेस्ट अबेटमेंट,' ४ थे ऑंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन, (जून १९५७) पान ८–२०

९१ गर्नहॅम, सी. एफ., 'सायनाईड डिस्ट्रक्शन ऑन ट्रिक्लिंग फिल्टर्स,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५५)

९२ गर्नहॅम, सी. एफ., 'डिस्पोजल ऑफ मेटल फिनिशिंग वेस्ट्स,' मेटल फिनिशिंग गाईड बुक, १९ वी आवृत्ति, १९५० पा. २६–४०

९३ गर्नहॅम, सी. एफ., 'प्लेटिंग रुम वेस्ट डिस्पोजल, प्रिलीमिनरी प्लॅनिंग,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ५, ७२१ (मे १९५७)

९४ गर्नहॅम, सी. एफ., 'स्ट्रीम पोल्यूशन अँड दि प्लेटिंग इंडस्ट्री.' प्रॉडक्ट्स फिनिशिंग १४, ६, २६-४० (मार्च १९५०)

९५ गर्नहॅम, सी. एफ., 'वेस्ट डिस्पोजल स्टडीज बाय दि अमेरिकन इलेक्ट्रो प्लेटर्स सोसायटी,' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (सप्टेंबर १९४८)

९६ गर्नहॅम, सी. एफ., आणि सी. टी. गनर, 'सॉलीड सायनाईड वेस्ट इन्सिनरेशन,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, ६, १३७ (नोव्हेंबर-डिसेंबर १९५८)

९७ हॅन्सन, डब्ल्यू. एछ, आणि डब्ल्यू. झब्बॅन, 'डिझाईन अँड ऑपरेशन प्रॉब्लेम्स ऑफ ए कंटीन्युअस ॲटोमॅटिक प्लेटिंग वेस्ट ट्रीटमेंट प्लँट अँट दि डेटा प्रोसेसिंग डिव्हिजन IBM' रॉचेस्टर, मिनि,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५९)

९८ हॅसेल्टीन, टी. आर., 'डिटमिनेशन ऑफ सायनाईडस,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, ९४, ५, १८७–१९१ (मे १९४७)

९९ हार्ट, डब्ल्यू. बी., 'स्पेशलाईज्ड बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट ओपन्स न्यू पॉसिबिलिटीज इन ट्रीटमेंट ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४८, ३, ९३ A (मार्च १९५६)

१०० हॅथॅवे, सी. डब्ल्यू., 'दि व्हॅक्यूम इव्हॅपोरेशन ऑफ क्रोमिक ॲसिड रिन्स वॉटर,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्यविद्यालय, (मे १९५२)

१०१ हॅथॅवे, सी. डब्ल्यू., आर. ई. हार्व्ही, आणि डी. जे. फ्लीन, 'ट्रीटमेंट ऑफ ग्रे आयर्न फौन्ड्री वेस्ट वॉटर,' इंडस्ट्रियल वेस्ट, १, ५, १६६ (मे-जून १९५६)

१०२ हौरी, सी. एफ; 'सायनाईड डिस्पोजल आफ्टर प्लेटिंग सायकल,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१)

१०३ होरी, सी. एफ, 'रिडक्शन ऑफ प्लेटिंग वेस्ट लॉसेस बाय रिक्लेम टँक्स, स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ५, ५८६ (मे १९५३)

१०४ हीडॉन, आर. एफ., आणि एछ. डब्ल्यू. केलर, 'मेथड्स फॉर डिस्पोजल अँड ट्रीटमेंट ऑफ प्लेटिंग रूम सोल्यूशन,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५८)

१०५ हर्डी, एन, 'सायनाईड अँड ॲसिड प्लेटिंग वेस्ट ट्रीटमेंट, क्लोरन, मिशि, स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, ३, ४९९ (मे १९४६)

१०६ हेस्लर, जे. सी., 'प्रॅक्टिकल मेथड्स फॉर ट्रीटमेंट ऑफ मेटल फिनिशिंग वेस्ट्स,' प्लेटिंग ४२, ८, १०१९ (ऑगस्ट १९५५)

१०७ होक, आर. डी., 'स्टील इंडस्ट्रीज,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ५१३ (मार्च १९५२)

१०८ होक, आर. डी; 'वेस्ट पिकल लिकर,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३९, ५, ६१४ (मे १९४७)

१०९ होक, आर. डी., सी जे. लेविस, सी. सिंडलिंगर, आणि बी. क्लीन, 'लाइम ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट पिकल लिकर,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३९, २, १३१-१३५ (फेब्रुवारी १९४७)

११० होक, आर. डी, सी. जे. लेविस आणि डब्ल्यू. डब्ल्यू. हॉज, 'ट्रीटमेंट ऑफ स्पेंट पिक्लिंग लिकर्स वुइथ लाईम स्टोन अँड लाईम,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री ३७, ६, ५५३-५५९ (जून १९४५)

१११ हूव्हर, सी. आर., आणि जे. डब्ल्यू. मॅसेली, क्रोमियम वेस्ट डिस्पोजल,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १३, ४, ८३५ (जुलै १९४१)

११२ हूव्हर, सी. आर; आणि जे. डब्ल्यू. मॅसेली,' डिस्पोजल ऑफ वेस्ट लिकर्स फ्रॉम क्रोमियम प्लेटिंग,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३३, १, १३१-१३४ (जानेवारी १९४१)

११३ हॉप्पल, टी. सी., आणि डब्ल्यू. एल. कॅस्पर, 'प्लेटिंग वेस्ट ट्रीटमेंट अँड वॉटर रेक्लमेशन फॉर दि मेटॅग कंपनी,' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, मे १९५४

११४ हॉस्मन, एल. जे., आणि आर. जे. कीटिंग, 'क्रोमियम अँड सायनाईड यूज ऑफ आयन एक्चेंज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, १, ३४ (जानेवारी १९५७)

११५ हॉस्मन, एल. जे., आणि आर. जे. कीटिंग. 'डिझाईन ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट फॅसिलिटीज ॲट IBM, एंडिकॉट, एन. वाय,' तांत्रिक पुनर्मुद्रण T-१५०, ग्रेव्हर वॉटर कंडिशनिंग कं., न्यूयॉर्क: ११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, मे १९५६

११६ हॉस्मन, एल. जे., आणि आर. जे. कीटिंग, 'ट्रीटमेंट ऑफ प्लेटिंग वेस्ट्स फ्रॉम कॉम्प्यूटर मॅन्युफॅक्चरिंग,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, १, ३४ (जानेवारी १९५७)

११७ हॉवर्ड, एफ, एस; 'एअरप्लेन वॉशिंग ट्रीटमेंट,' इन्फिल्को टेक्निकल डेटा बुलेटीन TE-२३-९१-३, (ऑगस्ट १९५४)

११८ हॉवेल, जी. ए; 'वॉटर कॉंझर्व्हेशन इन स्टील मिल्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ११, १३६८-१३७१ (नोव्हेंबर १९५२)

११९ ह्यूक, बी. टी; आर. पी. सेल्म, आणि जी. ई. समर्स, 'कंट्रोल ऑफ मेटल फिनिशिंग वेस्ट्स यूजिंग ORP,' जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचे परिपत्रक, २०, ९, ९७५ (सप्टेंबर १९६०)

१२० इंगॉल्स, आर. एस., आणि ई. एस, कर्कपॅट्रिक, 'टॉक्सिसिटी स्टडी ऑफ क्रोमियम वेस्ट्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ६, ७४७ (जून १९५३)

१२१ इंगॉल्स, आर. एस; 'दि टॉक्सिसिटी ऑफ क्रोमियम,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५३)

१२२ जेंकिन्स, एस. एछ; आणि सी. डब्ल्यू. हेविट, 'क्रोमियम वेस्ट्स, इफेक्ट ऑन ॲक्टिव्हेटेड स्लज,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १४, ६, १३५८ (नोव्हेंबर १९४२)

१२३ जेंकिन्स, एस. एछ; आणि सी. डब्ल्यू. हेविट, 'क्रोमियम वेस्ट्स, इफेक्ट ऑन ट्रिक्लिंग फिल्टर,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १२, ३: ६४६ (मे १९४०)

१२४ कॅलिन, जे. एफ; 'इंडस्ट्रियल वेस्ट कंट्रोल इन दि फोर्ड मोटर कंपनी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ९, १०५९ (सप्टेंबर १९५९)

१२५ कीटिंग, आर. जे; आणि इतर, 'ॲप्लिकेशन ऑफ आयन एक्स्चेंज टू प्लेटिंग प्लँट प्रॉब्लेम्स,' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५४)

१२६ कीटिंग, आर. जे; आणि इतर, 'प्लेटिंग वेस्ट सोल्यूशनः रिकव्हरी अँन्ड डिस्पोजल,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९५५)

१२७ केल्च, जे. एल; आणि के. ए. ग्रॅहॅम, 'इलेक्ट्रो मेट्रिक सिस्टिम फॉर कंटीन्युअस कंट्रोल ऑफ रिडक्शन ऑफ हेक्झॅव्हॅलंट क्रोमियम इन प्लँट वेस्ट्स,' प्लेटिंग, ३६ (आक्टोबर १९४९) पा. १०२८-१०३१

१२८, केलर, एफ. आर; सी. सी. कप्स आणि आर. ई. शॉ, 'रिकव्हरी ऑफ क्रोमिक ॲसिड फ्रॉम प्लेटिंग ऑपरेशन्स,' प्लेटिंग, ३९ (फेब्रुवारी १९५२) पान १५२

१२९ केप्सन, एन. डब्ल्यू; 'अल्कलाईन क्लोरिनेशन ऑफ मेटल फिनिशिंग वेस्ट वॉटर्स,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, २२, १२, ६४६ (डिसेंबर १९५१)

१३० केस्लर, आर, एल; आणि आर. डब्ल्यू. ऑयलर, 'डिस्पोजल मेथड्स ऑफ सायनाईड वेस्ट्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १०, १३८१ (आक्टोबर १९५०)

१३१ केस्लर, आर. एल; आणि आर. डब्ल्यू. ऑयलर, 'मेथड्स ऑफ डिस्पोजिंग सायनाईड वेस्ट्स,' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (सप्टेंबर १९४८)

१३२ किट्रेल, एफ. डब्ल्यू., 'मेटल प्लेटिंग वेस्ट इन म्युनिसिपल स्युवेज,' ५ व्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (एप्रिल १९५६) पान २१६

१३३ क्लॅसेन, सी. डब्ल्यू., आणि इतर, 'टॉक्सिसिटी ऑफ क्रोमियम वेस्ट टू फिश,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १०, १३८१ (आक्टोबर १९५०)

१३४ क्लॅसेन, सी. डब्ल्यू., डब्ल्यू. ए. हॅस्फर्दर, आणि एम. एफ. यंग, 'दि टॉक्सिसिटी ऑफ हॅक्झॅव्हॅलंट क्रोमियम टू सनफिश ॲंड ब्ल्यूजिल्स,' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (सप्टेंबर १९४८)

१३५ क्लाइन, एल एस, 'मेथड्स फॉर ट्रीटिंग मेटल फिनिशिंग,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५३)

१३६ कॉमिनेक, ई. जी., 'ट्रीटमेंट ऑफ प्लेटिंग वेस्ट्स,' मेटल फिनिशिंग, ४७ (मार्च १९४९) पा. ५६–६२

१३७ लॅंगफोर्ड, जे. एम., 'दि रॉकेट प्रॉपल्शन इंडस्ट्री,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, २, ४२ (एप्रिल १९५७)

१३८ लेडफोर्ड, आर. एफ., 'सॉलिड्स–लिक्विड सेपरेशन इन दि ट्रीटमेंट ऑफ मेटल फिनिशिंग वेस्ट्स,' प्लेटिंग, ४२, ८, १०३० (ऑगस्ट १९५५)

१३९ लेडफोर्ड, आर. एफ; आणि जे सी. हेस्लर, 'क्रोमिक ॲसिड ॲंड कॉपर रिक–व्हरी बाय आयन एक्स्चेंज,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, ६, ७५४ (जून१९५५)

१४० लेविस, सी. जे; 'ड्राय लाईम ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट पिकल लिकर,' आयर्न एज, १६३, ३, ४८–५३ (जानेवारी १९४९)

१४१ 'लाईम, हॅंड्लिंग, ॲप्लिकेशन ॲन्ड स्टोरेज,' राष्ट्रीय चुना संघ, वॉशिंग्टन चे परिपत्रक, १९४९

१४२ 'लिक्विड वेस्ट; सेंट्रल स्टेट्स, स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स असोसिएशन मीटिंग रिपोर्ट,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, ६, १५ (नोव्हेंबर–डिसेंबर १९५७)

१४३ लॉकेट, डब्ल्यू. टी; आणि जे ग्रिफिथ्स, 'सायनाईड्स इन ट्रेड एफ्ल्युअंट्स अँन्ड देअर इफेक्ट ऑन दि बॅक्टीरिअल प्युरिफिकेशन ऑफ स्युवेज,' वाहितमल शुद्धिकरण संस्थेचे नियतकालिक आणि कार्यवाही, भाग II, (१९४७) पान १२१–१४०

१४४ लॉकेट, डब्ल्यू. टी; आणि जे. ग्रिफिथ्स, 'सायनाईड वेस्ट्स, इफेक्ट ऑन स्युवेज ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २०, २, ३५७ (मार्च १९४८)

१४५ लॉसन, एफ. जे. ज्यू; आणि डी. ई. ब्लडगुड, 'सायनाईड वेस्ट ट्रीटमेंट बाय आयन एक्स्चेंज मेथड्स,' पडर्यू विश्वविद्यालयाचे अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, विस्तार माला ६८, (१९४९) पान ३१४–३२६

१४६ लड्झॅक, एफ. जे; 'बायोकेमिकल ऑक्सिडेशन ऑफ सम कमर्शिअली इंपॉर्टंट ऑर्गॅनिक सायनाइड्स,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्या–लय, (मे १९५८)

१४७ लड्झॅक, एफ. जे; आणि इतर, 'इफेक्ट ऑफ सायनाईड ऑन केमिकल ऑक्सिडेशन इन स्युवेज अँड पोल्यूटेड वॉटर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३,१०. १९२८ (आक्टोबर १९५१)

१४८ लड्झॅक, एफ. जे; आणि इतर, 'एक्स्पेरिमेंटल ट्रीटमेंट ऑफ ऑर्गेनिक सायना–इड्स बाय कन्व्हेन्शन, स्युवेज डिस्पोजल प्रासेसेस,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्य-वाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५९)

१४९ लड्झॅक, एफ. जे., डब्ल्यू. ए. मूर, आणि सी. सी. Ruchhoft, 'अॅनॅलिसिस ऑफ सायनाईड इन वॉटर अॅन्ड वेस्ट सॅंपल्स,' वाहितमल आणि औद्योगिक अपशिष्ट संस्थेच्या संघाची मानक पद्धती समिती (मार्च १९५३)

१५० मॅक्कॉमिक, सी. डी; 'हाऊ कॅन दि वेस्ट फ्रॉम ए प्लेटिंग रुम बी डिक्रीज्ड ?,' ३ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४७)

१५१ Merlhaney, एछ. डब्ल्यू., 'मेटल–फिनिशिंग वेस्ट्स ट्रीटमेंट अॅट दि मीडव्हिल पा; प्लँट ऑफ टॅलन, इन्कॉ,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ४, ४७५ (एप्रिल १९५३)

१५२ मॅक्गार्व्हे, एफ. एक्स; 'दि अॅप्लिकेशन ऑफ आयन एक्स्चेंज रेझिन्स टू मेटॅल–जिकल वेस्ट प्रॉब्लेम्स,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

१५३ मॅक्‌गार्व्हे, एफ. एक्स; आर. ई. टेनहूर, आणि आर. पी. नेव्हर्स, 'ब्रास अँड कॉपर इंडस्ट्री–केशन एक्स्चेंज फॉर मेटल कॉन्सेंट्रेशन फ्रॉम पिकल रिन्स वॉटर्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ५३४–५४१ (मार्च १९५२)

१५४ मॅक्‌निकोलस, जे; 'न्यूट्रलायझेशन ऑफ ॲसिड वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ११,३, ५५९ (मे १९३९)

१५५ मार्क्स, एछ. सी; आणि जे. एस. चेंबरलिन, डिटर्मिनेशन ऑफ रेसिड्युअल क्लोरीन इन मेटल फिनिशिंग वेस्ट्स.' ॲनॅलिटिकल केमिस्ट्री, २४, १२, १८८५ (डिसेंबर १९५३)

१५६ मेटल–फिनिशिंग इंडस्ट्री ॲक्शन कमिटी, 'मेथड्स फॉर ट्रीटिंग मेटल फिनिशिंग वेस्ट्स,' ओहायओ नदीघाटी जल स्वास्थ्य आयोग, (जानेवारी १९५३)

१५७ मिलर, पी. ई., 'ॲक्सिडेंटल डिश्चार्जेस ऑफ सायनाईड वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १०, १३८१ (आक्टोबर १९५०)

१५८ मिलर, पी. ई., 'ॲक्सिडंट्स वुइथ सायनाईड प्लेटिंग सोल्यूशन्स,' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (सप्टेंबर १९४८)

१५९ मिल्ने, डी. ई., 'केमिस्ट्री ऑफ वेस्ट सायनाईड ट्रीटमेंट,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, २, १७४–१८० (फेब्रुवारी १९५१)

१६० मिल्ने, डी., 'कंट्रोल अँड ट्रीटमेन्ट ऑफ मेटल फिनिशिंग वेस्ट्स,' मेटल फिनि–शिंग गाईडबुक–डिरेक्टरी, २१ (१९५३) पान १०४, १०६–११४

१६१ मिल्ने, डी., 'डिस्पोजल ऑफ सायनाइड्स बाय कॉम्प्लेक्सेशन,' स्युवेज अँड इंड–स्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ९, ११९२–११९९ (सप्टेंबर १९५०)

१६२ मिल्ने, डी., पी. डब्ल्यू. Uhl, सी. एफ. हाऊरी, आणि ई. जे. रॉय, 'एक्सपीरि-अन्सेस वुइथ क्लोरिनेशन ऑफ सायनाईड्स इन जनरल मोटर्स कार्पो;' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, १, ६४–८१ (जानेवारी १९५१)

१६३ मिल्ने, डी., 'ऑर्गनायझेशन फॉर लिक्विड वेस्ट कंट्रोल इन जनरल मोटर्स कॉर्पो. स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ४, ४४७ (एप्रिल १९५९)

१६४ मिड्लर, ए. बी.,आणि सी. Buettman, 'रिन्स वॉटर रीयूज बाय आयन एक्स्चेंज प्लेटिंग, ४२, ८, १०१२ (ऑगस्ट १९५५)

१६५ मिचेल, आर डी., आणि इतर, 'इफेक्ट ऑफ स्युवेज ट्रीटमेंट प्लँट डिझाईन ॲट वॉटरबरी, कॉनें.' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ११, १००१ (नोव्हेंबर १९५१)

१६६ मॉहलर, जे. बी., 'कंट्रोल ऑफ मेटल प्लेटिंग रिन्स वॉटर्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, २, ७७ (नोव्हेंबर–डिसेंबर १९५५)

१६७ मंक, एछ. ई; 'क्रोमियम वेस्ट्स, केमिकल अँड बॅक्टीरिऑलॉजिकल प्रॉपर्टीज,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ११, ६, १०९९ (नोव्हेंबर १९३९)

१६८ मंक, एछ. ई; आणि जे. एछ. स्पेन्सर, 'क्रोमियम वेस्ट ट्रीटमेन्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ११, ५, ९२० (सप्टेंबर १९३९)

१६९ मूर, डब्ल्यू ए., आणि इतर, 'दि इफेक्ट ऑफ क्रोमियम ऑन दि अॅक्टिव्हेटेड स्लज प्रोसेस ऑफ स्युवेज ट्रीटमेंट,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९६०)

१७० नेबेन, एफ. डब्ल्यू., आणि डब्ल्यू. एफ. स्वॅन्टन, 'रिकव्हरी ऑफ क्रोमिक अॅसिड फ्रॉम प्लेटिंग रिन्स वॉटर्स,' प्लेटिंग, ३८ (१९५१) पान ४५७–४६०, ४७०

१७१ नील, ए. डब्ल्यू., डी. ए. कॉटन, आणि टी. जे. फॅडन, 'वर्कशॉप ऑन मेटल प्लेटिंग अँड स्टील मिल वेस्ट्स,' २ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय. (जानेवारी १९४६) पान १६१–१७६

१७२ नील, जे. एछ; 'टॉक्सिसिटी ऑफ सायनाइड्स टू फिश,' ३ रे ओंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन, (जून १९५६) पान १२५-१२९

१७३ नेस्बिट, जे. बी; आणि इतर, 'दि एरोबिक मेटॅबॉलिझम ऑफ पोटॅशियम साय–नाईड,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५९)

१७४ नायकिस्ट, ओ. डब्ल्यू., आणि एछ. आर. कॅरोल, 'डिझाईन ट्रीटमेंट ऑफ मेटल प्रोसेसिंग वेस्ट वॉटर्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ८, ९४१ (ऑगस्ट १९५९)

१७५ Oeming, एल. एफ; 'स्ट्रीम पोल्यूशन प्रॉब्लेम्स इन प्लेटिंग इंडस्ट्री,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, ४, ६७८ (जूलै १९४६)

१७६ ओ'केन, जी. जे; 'प्लेटिंग अँड ऑपरेटिंग अँन इंडस्ट्रियल वेस्ट डिस्पोजल प्लँट फॉर ए न्यू प्लेटिंग फॅकल्टी,' जनरल मोटर्स इंजनिअरिंग जर्नल, ५, १, ८ (जानेवारी, फेब्रुवारी आणि मार्च, १९५८)

१७७ ऑयलर, आर. डब्ल्यू., 'डिस्पोजल ऑफ वेस्ट सायनाइड्स बाय इलेक्ट्रोलायटिक ऑक्सिडेशन,' प्लेटिंग, ३६ (एप्रिल १९४९) पान ३४१–३४२

१७८ 'ओझोन काऊंटर्स वेस्ट सायनाइड्स लिथाल पंच,' केमिकल इंजिनिअरिंग, ६५ (मार्च २४, १९५८) पान ६३

१७९ पॅगॅनो, जे, एफ; आणि इतर, 'इफेक्ट ऑफ क्रोमियम वेस्ट्स ऑन मीथेन फॉर्मेशन ऑफ अॅसेटिक अॅसिड,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २२, ३, ३३६ (मार्च १९५०)

१८० पॅटन, डब्ल्यू. जी., 'ड्युअल डिस्पोजल सिस्टिम फुल्ली न्यूट्रलायझेस प्लेटिंग वेस्ट्स,' आयर्न एज, १७५, १८, १०२ (मे १९५५)

१८१ पॉल्सन, सी. एफ; 'क्रोमेट रिकव्हरी बाय आयन एक्स्चेंज,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्डयू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

१८२ पॉल्सन. सी. एफ; 'प्लेटिंग वेस्ट ट्रीटमेंट,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्डयू विश्वविद्यालय, (मे १९५३)

१८३ पॉल्सन, सी. एफ; 'प्रॉफिट्स फ्रॉम मेटल वेस्ट्स,' वॉटर अॅंड स्युवेज वर्क्स, ९९, ५, १९९ (मे १९५२)

१८४ पॉल्सन, सी. एफ., 'वेस्ट्स रिकव्हरी बाय आयन एक्स्चेंज,' वेस्ट इंजनिअरिंग २३, पान २०८-२०९, (१९५२)

१८५ 'पेन्सिलव्हेनिया क्लीन स्ट्रीम्स,' पेन्सिलव्हेनिया राज्य स्वास्थ्य विभाग, हॅरिस्बर्ग, पा. (जून १९६०) पान ३, ६.

१८६ 'पेन्सिलव्हेनिया क्लीन स्ट्रीम्स.' पेन्सिव्हेनिया राज्य स्वास्थ्य विभाग, हॅरिस्बर्ग, (डिसेंबर १९४८) पान ३, ५

१८७ पेन्सिलव्हेनिया वाहितमल आणि अपशिष्ट संघ, 'टॅनरी वेस्ट प्लस पिकल लिकर,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, १, १८ (जानेवारी-फेब्रुवारी १९५८)

१८८ पेटेट, ए. ई. जे; 'ट्रीटमेंट ऑफ प्लेटिंग वेस्ट्स अॅंड सायनाइड्स,' वाहितमल शुद्धिकरण संस्था, मिडलंड शाखा (इंग्लंड) एप्रिल १९५७

१८९ पेटेट, ए. ई. जे; 'प्लेटिंग शॉप एफ्ल्युअंट्स, डिस्पोजल,' स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २३, ८, १०६२ (ऑगस्ट १९५१)

१९० पेटेट, ए. ई. जे; 'दि ट्रीटमेंट ऑफ इलेक्ट्रो प्लेटिंग वेस्ट्स,' प्रॉडक्ट्स फिनिशिंग १९ (जूलै १९५५) पान ५६-६०, १९ (ऑगस्ट १९५५) पान ५७-६३

१९१ पेटेट, ए. ई. जे; आणि ई. व्ही. मिल्स, 'बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट ऑफ सायनाईड्स वुइथ अॅंड वुइदाऊट स्युवेज,' जर्नल ऑफ अॅप्लाईड केमिस्ट्री, ४ (१९५४) पान ४३४ -४४४

१९२ पेटेट, ए. ई. जे; आणि एछ. एन. थॉमस, 'दि इफेक्ट ऑफ सायनाइड्स ऑन ट्रीटमेंट ऑफ स्युवेज इन पर्कोलेटिंग फिल्टर्स,' वाहितमल शुद्धिकरण संस्थेचे नियतकालिक आणि कार्यवाही, भाग २, (१९४८) पान ६१-६८

१९३ पेटेट, ए. ई. जे; आणि जी. सी. वेअर. 'डिस्पोजल ऑफ सायनाईड वेस्ट्स,' केमिस्ट्री अँड इंडस्ट्री, ३३ (१९५५) पान १२३२

१९४ पेटिट, जी. ए; 'मिल स्केल वेस्ट ट्रीटमेंट,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, ६, १३३ (नोव्हेंबर–डिसेंबर १९५८)

१९५ पिनर, डब्ल्यू एल; 'ओहायओ नदीघाटी जल स्वास्थ्य आयोगाची धातु सफाई उद्योग कार्य परिषद,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

१९६ पिनर, डब्ल्यू. एल, 'प्रॅक्टिकल मेथड्स फॉर इन–प्लँट रिडक्शन ऑफ मेटल प्लँट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ११, १४३२ (नोव्हेंबर १९५२)

१९७ 'प्लेटिंग रुम कंट्रोल्स फॉर पोल्यूशन अबेटमेंट,' ओहायओ नदीघाटी जल स्वास्थ्य आयोग, (१९५१)

१९८ 'प्लेटिंग वेस्ट ट्रीटमेंट प्लँट, ए. हायली एफिशिअंट यूनिट,' स्युवेज वर्क्स इंजनिअरिंग, २०, ३, १३१ (मार्च १९४९)

१९९ पूल, बी. ए; आणि इतर, 'कंट्रोल ऑफ ॲक्सिडेंटल डिश्चार्ज ऑफ सायनाईड सोल्यूशन्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ११, १३८२ (नोव्हेंबर १९५४)

२०० प्रॅट, एम. ए., 'एक्स्टेंडेड यूज ऑफ ऑईल इमलशन्स टू मिनिमाईज डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ३, ३३१–३३५ (मार्च १९५०)

२०१ क्विनलॅन, ई. जे; 'प्लेटिंग वेस्ट ट्रीटमेंट अँड क्रोम रिकव्हरी,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, १, १० (सप्टेंबर-आक्टोबर १९५५)

२०२ क्विनलॅन, ई. जे; आर. एफ. कीटिंग, आणि ए. एल; विल्कॉक्स, 'प्लेटिंग वेस्ट ट्रीटमेंट,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, १, १९ (सप्टेंबर–आक्टोबर १९५५)

२०३ रीड, ए; 'ट्रीटमेंट ऑफ प्लेटिंग वेस्ट्स ॲट इलेक्ट्रिक ऑटो–लाइट प्लँट, लॉक–लँड, ओहायओ,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १०, १३३८–१३४२ (आक्टोबर १९५०)

२०४ रींट्स, ए. सी; आणि डी. एम. स्ट्रॉमक्विस्ट, 'रिकव्हरी ऑफ क्रोमेट अँड निकेल आयन्स फ्रॉम रिन्स वॉटर बाय आयन एक्स्चेंज,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यु विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

२०५ रीडल, ए. एल., 'लाईमस्टोन यूज्ड टू न्यूट्रलाईज ॲसिड वेस्ट्स,' केमिकल इंजनिअरिंग; ५४, ७, १००–१०१ (जुलै १९४७)

२०६ रीडल, ए. एल; 'न्यूट्रलायझेशन वुइथ अपफ्लो लाईम स्टोन बेड,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ६, १०९३ (नोव्हेंबर १९४७)

२०७ शास्त्रीय आणि औद्योगिक संशोधन विभाग, लंडनच्या जल प्रदूषण संशोधन मंड ळाचा अहवाल, (१९३९–१९४५) पान ४९–५१ ब्रिटिश माहिती सेवा, ३० रॉकेफे लर प्लॅझा, न्यूयॉर्क, २१, N–Y येथे मिळेल.

२०८ न्हेम, जी. ए; 'ट्रीटमेंट ऑफ स्ट्रॉग इंडस्ट्रियल वेस्ट कंटेनिंग कार्बोहायड्रेट्स अँड क्रोमियम,' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यु विश्वविद्यालय, (में १९५४)

२०९ न्हेम, जी. ए; 'ट्रीटमेंट ऑफ स्ट्रॉग कार्बोहायड्रेट प्लस क्रोमियम वेस्ट,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, १०२, १०, ४०५ (सप्टेंबर १९५५)

२१० रायडनॉवर, जी. एम; 'इफेक्ट्स ऑफ सायनाईड वेस्ट्स ऑन स्लज डायजेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ६, १०५९ (नोव्हेंबर १९४८)

२११ रायडनॉवर, जी. एम., आणि इतर, इफेक्ट्स ऑफ सायनाईड वेस्ट्स ऑन स्लज डायजेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १७, ५, ९६६ (सप्टेंबर १९४५)

२१२ रायडनॉवर, जी. एम., आणि जे. ग्रीनबॅंक, 'प्रिलिमनरी रिपोर्ट ऑन सायनाईड केस हार्डनिंग कॉपर अँड झिंक प्लेटिंग वेस्ट्स ऑन अॅक्टिव्हेटेड स्लज स्युवेज ट्रीटमेंट,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, १६, ४, ७७४-७८८ (जुलै १९४४)

२१३ रॉबिन्स, बी. एछ., 'प्रॅक्टिकल मेथड्स ऑफ डिस्पोजिंग ऑफ सायनाईड वेस्ट्स,' १२ व्या औद्योगिक अवशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यु विश्वविद्यालय, (मे १९५७)

२१४ रॉथ्स्टीन, एस., 'फाइव्ह इयर्स ऑफ आयन एक्स्चेंज, सर्व्हिस एक्स्पीरिअन्स इन प्लेटिंग डिपार्टमेंट केमिकल वेस्ट ट्रीटमेंट,' प्लेटिंग, ४५, ८, ८३५ (ऑगस्ट १९५८)

२१५ रॉय, ई. जे., यूज ऑफ हायड्रोक्लोरीन सोल्यूशन अॅज ए ट्रीटमेंट एजंट फॉर सायनाईड,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

२१६ रड्गल, एछ. टी., 'ब्रास वेस्ट डेट्रिलमेंटल टू डायजेस्टर्स अॅट केनोशा, विस., स्युवेज वर्क्स इंजनिअरिंग अँड म्युनिसिपल सॅनिटेशन, १८, ४, ६२६ (जुलै १९४७)

२१७ रड्गल, एछ. टी., 'इफेक्टस ऑफ कॉपर बेअरिंग वेस्ट्स ऑन स्लज डायजेशन,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, १८, ६, १३० (नोव्हेंबर १९४६)

२१८ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू., इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट न्यूयॉर्क: राईन होल्ड पब्लिशिंग कार्पो., (१९५३) प्रकरण १३ वे, पान २८९

२१९ सॅंडर्स, एफ. ए, कंबॅटिंग ऑईल अँड मेटल प्लेटिंग वेस्ट प्रॉब्लेम्स अॅट केला

एअर फोर्स बेस,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

२२० साऊथविक, डी. ई; आणि जे. एफ. रियान, 'अॅटोमॅटिक कंट्रोल्स इंप्रूव्ह सायनाईड वेस्ट ट्रीटमेंट,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, ३०, ९, ४९० (सप्टेंबर १९५९)

२२१ सेलर्स, डब्ल्यू. डब्ल्यू., 'कॅटरपिलर ट्रॅक्टर प्लॅट सॉल्व्हज वेस्ट प्रॉब्लेम्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ५, १५३ (मे–जून १९५६)

२२२ सेरोटा, एल, 'सायन्स फॉर इलेक्ट्रो प्लेटर्स, सायनाईड डिस्पोजल मेथड्स,' मेटल फिनिशिंग, ५५ (आक्टोबर १९५७) पान ७५

२२३ शीट्स, डब्ल्यू. डी; 'टॉक्सिसिटी ऑफ मेटल–फिनिशिंग वेस्ट्स,' स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, १२, १३८० (डिसेंबर १९५७)

२२४ सिम्प्सन, आर. डब्ल्यू., आणि के थॉम्प्सन, 'क्लोरीन ट्रीटमेंट ऑफ सायनाईड वेस्ट्स,' बिल्डर्स आयर्न फौन्ड्री इंडस्ट्रीज, संदर्भ क्र. १०० G५

२२५ स्मॉल, एछ. एम., आणि डब्ल्यू. सी., 'ग्रॉलिच प्लेटिंग वेस्ट डिस्पोजल बाय प्रेसिपिटेशन अॅंड व्हॅक्यूम फिल्ट्रेशन,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, ३, ७५ (मे-जून १९५७)

२२६ स्नायडर, एछ. बी., 'प्रॉब्लेम्स ऑफ मेटल फिनिशिंग वेस्ट्स इन म्युनिसिपल ट्रीटमेंट,' ४ थ्या दक्षिण नागरी आणि औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (मार्च–एप्रिल १९५५) पान ८८

२२७ 'सोल्यूशन ऑफ सम इंडस्ट्रियल वॉटर अॅंड वेस्ट प्रॉब्लेम्स,' तांत्रिक प्रबंध ६४, मिल्टन रॉय कंपनी, १३०० ईस्ट मरमेड लेन, फिलॅडेल्फिया

२२८ स्पेरी, एल. बी., आणि एम. आर. काल्डवेल, 'डिस्ट्रक्शन ऑफ सायनाईड कॉपर बाय हॉट इलेक्ट्रोलायसिस,' प्लेटिंग, ३६ (एप्रिल १९४९) पान ३४३-३४७

२२९ 'स्टील मिल रिक्लेम्स प्रोसेस वेस्ट्स इन केमिकल ट्रीटमेंट प्लॅंट,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, २८, १, ३६ (जानेवारी १९५७)

२३० स्ट्रॉमकिस्ट, डी. एम., आणि ए. सी. रीन्ट्स, 'क्रोमिक अॅसिड सोल्यूशन, रिमूव्हल ऑफ केशन्स,' स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ६, ८०७ (जून १९५२)

२३१ स्ट्रॉमकिस्ट, डी. एम., आणि ए. सी. रीन्ट्स, 'रिमूव्हल ऑफ केशन्स फ्रॉम क्रोमिक अॅसिड सोल्यूशन्स,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१)

२३२ सुस्मन, एस; एफ. सी. नॅकोल्ड, आणि डब्ल्यू. वुड, 'मेटल रिकव्हरी बाय एनि-यन एक्स्चेंज,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३७, ७, ६१८-६२४ (जूलै १९४५)

२३३ स्पेलर, सी., 'प्लेटिंग सोल्यूशन्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स: ४, ३, ४० (मे १९५९)

२३४ टॅड्सेन, व्ही. एस., 'लाईम न्यूट्रलायझेशन ऑफ मेटल बेअरिंग ॲसिड वेस्ट्स,' ७ वे ऑटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९६०) पान ६३

२३५ टार्मन, जे., आणि एम. प्रीस्टर, 'ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल ऑफ सायनाईड बेअ-रिंग वेस्ट्स,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, ९७, ९, ३८५-३८९ (सप्टेंबर १९५०)

२३६ टार्झवेल, सी. एम, 'दि यूज ऑफ बायो-ॲसेज इन दि सेफ डिस्पोजल ऑफ इलेक्ट्रो प्लेटिंग वेस्ट्स,' इलेक्ट्रोप्लेटर्सच्या संस्थेचे ४५ वे वार्षिक अधिवेशन, (१९५८) अमे-रिकन इलेक्ट्रोप्लेटर्सच्या संस्थेची ४४ वी वार्षिक तांत्रिक कार्यवाही, (१९५८)

२३७ दि यूज ऑफ लाईम इन इंडस्ट्रियल ट्रेड वेस्ट ट्रीटमेंट, राष्ट्रीय चुना संघ, वॉशिंग्टन, डी. सी. यांचे परिपत्रक, ट्रेड वेस्ट परिपत्रक क्र. १, (एप्रिल १९४८)

२३८ 'ट्रीटमेंट ऑफ सायनाईड अँड क्रोमियम वेस्ट्स,' वॉलेस अँड टीर्मन कं. इन्कॉ; RA-२१२०-C

२३९ 'ट्रीटमेंट ऑफ ट्रेड वेस्ट्स वुइथ डॉलोमायटिक लाईम,' परिपत्रक २, चुना सफाई संस्था

२४० टपहोम, सी. एछ. एस; 'सायनाईड वेस्ट्स डिस्ट्रॉय फिश,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रि-यल वेस्ट्स, ५, ५, ८९३ (सप्टेंबर १९३३)

२४१ 'ट्वेल्थ पडर्यू इंडस्ट्रियल वेस्ट कॉन्फरन्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, ६, १३३ (नोव्हेंबर-डिसेंबर १९५८) २, ४, १०७ (जूलै-ऑगस्ट १९५७)

२४२ टायलर, आर. जी; आणि इतर, 'ट्रीटमेंट ऑफ क्रोमियम वेस्ट बाय आयन एक्स्चेंज,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ८, १०३२ (ऑगस्ट १९५१)

२४३ टायलर, आर. जी; आणि इतर, 'ट्रीटमेंट ऑफ क्रोमियम वेस्ट्स बाय आयन एक्स्चेंज,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१)

२४४ टायलर, आर. जी., डब्ल्यू. Maake, एम, जे. वेस्टिन, आणि डब्ल्यू. मॅथ्यूज,' 'ओझोनेशन ऑफ सायनाईड वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ९, ११५०, -११५३ (सप्टेंबर १९५१)

२४५ अन्विन, एछ. डी., 'मेटॅलर्जिकल प्लँट वेस्ट्स ॲन्ड देअर ट्रीटमेंट,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, ९६, १०, ३९९-४०५ (आक्टोबर १९४९)

२४६ व्होगेल, ए., आणि डी. ई. ब्लडगुड, 'सायनाईड पॉयझनिंग,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (फेब्रुवारी १९५१)

२४७ Vrijburg, आर, 'इफेक्ट्स ऑफ क्रोमियम वेस्ट्स ऑन स्युवेज प्लँट प्रोसेसेस,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, २, २४० (फेब्रुवारी १९५३)

२४८ वेट, सी. एफ., 'अॅसिड, सायनाईड क्रोमियम वेस्ट्स ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५, ६९७ (मे १९५१)

२४९ वेट, सी. एफ; 'ट्रीटमेंट ऑफ अॅसिड, सायनाईड अँड क्रोमियम वेस्ट्स,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९)

२५० वॉकर, सी. ए., आणि डब्ल्यू. झव्वॅन, 'डिस्पोजल ऑफ प्लेटिंग रुम वेस्ट्स ट्रीट-मेंट ऑफ सायनाईड वेस्ट सोल्यूशन्स बाय आयन एक्स्चेंज,' प्लेटिंग, ४० (१९५३) पा. १६५-१६८, २६९-२७८

२५१ वॉकर, सी. ए; आणि डब्ल्यू. झव्वॅन, 'डिस्पोजल ऑफ प्लेटिंग रुम वेस्ट सोल्यू-शन्स वुइथ ओझोन,' प्लेटिंग ४० (१९५३) पान ७७७

२५२ वॉकर, डी. जे., 'ट्रीटमेंट फॉर डिस्पोजल ऑफ स्पेंट अँड कॉंटॅमिनेटेड सोल्यूबल ऑईल मिक्श्चर्स.' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, विस्तार माला ७२ (नोव्हेंबर १९४९) पान ६३-६७

२५३ वॉकर, सी. ए., आणि Eichenlaub, पी. डब्ल्यू. 'डिस्पोजल ऑफ इलेक्ट्रो प्लेटिंग वेस्ट्स बाय Oneida, लि.,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ७, ८४३ (जूलै १९५४), वॉकर, सी. ए, बी. एफ. डॉज, आणि जे. मॅडन, २६, ८, १००२ (ऑगस्ट १९५४) Eichenlaub, पी. डब्ल्यू., आणि जे. कॉक्स, २६, ९, ११३० (सप्टेंबर १९५४)

२५४ वेअर, जी. सी., 'इफेक्ट ऑफ टेंपरेचर ऑफ दि बॉयॉलॉजिकल डिस्ट्रक्शन ऑफ सायनाईड,' वॉटर अँड वेस्ट ट्रीटमेंट जर्नल (ब्रिट), (मार्च-एप्रिल १९५८)

२५५ वॉशबर्न, जी, एन., 'टॉक्सिसिटी ऑफ प्लेटिंग वेस्ट्स टू फिश,' स्युवेज अँड इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ६, १०७४ (नोव्हेंबर १९४८)

२५६ 'वेस्ट डिस्पोजल,' संपादकीय, केमिकल इंजनिअरिंग, ५६, ३, ९६-१०६ (मार्च १९४९)

२५७ 'वेस्ट ट्रीटमेंट अॅट डगलस एअरक्रॅफ्ट,' प्लेटिंग, ४२, १, ५८ (जानेवारी १९५५)

२५८ वॉटसन, के. एस., आणि सी. एन. फेअर, 'इलेक्ट्रिक अॅप्लायन्स मॅन्युफॅक्चरिंग वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, १, ४९ (जानेवारी १९५६)

२५९ वीस्बर्ग, एल., आणि ई. जे. क्विन्लॅन, 'रिकव्हरी ऑफ प्लेटिंग वेस्ट्स,' प्लेटिंग. ४२, ८, १०११ (ऑगस्ट १९५५)

२६० वेल्स, डब्ल्यू. एन, 'क्रोमियम वेस्ट्स, इफेक्ट्स ऑन ॲक्टिव्हेटेड स्लज, ग्रँड प्रेअरी, टेक्सास,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १५, ४, ७९८ (जूलै १९४३)

२६१ 'व्हॉट दि स्टील इंडस्ट्री ईज डुइंग अबाऊट स्ट्रीम पोल्यूशन,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स १, ५, १५७ (मे-जून १९५६)

२६२ वुइलियम्स, आर., 'डिस्पोजल प्लँट डिस्क्रिप्शन फॉर सायनाईड वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ४, ५९० (एप्रिल १९५०)

२६३ Wischmeyer, डब्ल्यू. जे., आणि जे. टी. चॅप्मन,' निकेल, इफेक्ट्स ऑन स्लज डायजेशन,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्टस, १९, ५, ७९० (सप्टेंबर १९४७)

२६४ वाईज, डब्ल्यू. एस., आणि इतर, 'इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ब्रास अँड कॉपर इंडस्ट्री,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३९, ५, ६३२-६३६ (मे १९४७)

२६५ वाईज, डब्ल्यू. एस., 'कॅरेक्टर अँड डिस्पोजल ऑफ ब्रास अँड कॉपर प्लेटिंग वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, १, ९६ (जानेवारी १९४८)

२६६ यंग, एम के., 'एनियनिक आणि केशनिक एक्स्चेंज फॉर रिकव्हरी अँड प्यूरि-फिकेशन ऑफ क्रोम फ्रॉम प्लेटिंग प्रोसेस वेस्ट वॉटर,' ११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५६)

२३-१२. लोखंडाच्या ओतकामाच्या कारखान्यातील अपशिष्टे –

बहुतेक करड्या-लोखंडा (gray-iron) च्या ओतकामाच्या लहान कारखान्यातील अपशिष्ट कोरडे असते आणि सामान्यतः ते साच्याच्या आतील व बाहेरील वाळू आणि फ्लाय ॲश (राख) या घनपदार्थांचे बनलेले असते. ओतकामाच्या कारखान्यात वितळून ओतीव वस्तू तयार केल्या जातात व वापरण्यात आणण्याकरता अंतिम विनिर्देशाप्रमाणे त्यांच्यावर अखेरची यंत्रसफाई करण्यात येते. वितळवलेल्या धातूपासून ओबड धोबड वस्तू तयार होते व त्यात मोठे अपशिष्ट असलेली वाळू असते. अनेक वेळा ही वाळू निस्तरणाच्या जागेवर पाण्याने वाहून नेण्यात येते व ही कार्यपद्धति पोलाद गिरण्यांच्या चिमण्यांतील धूळ व कोळसा खाणकामातील कोळशाची भूकटी वाहून नेण्याकरता वापरलेल्या पद्धतीसारखीच असते. वापरलेल्या वाळूची विल्हेवाट लावणे ही एक अवघड समस्या असते कारण त्याकरता मोठ्या क्षेत्रफळाची जागा

लागते व त्यासाठी वेळही बराच लागतो. सामान्यपणे ओतकामाची नूतन "ओटावा" वाळू विशिष्ट चाळणी-विश्लेषण करून घेतलेली असते आणि ती फार महाग असते.

वापरलेल्या साच्यातील अपशिष्ट-द्रव्यात सुमारे ८५ ते ९० प्रतिशत् वाळू असते आणि शेषभाग चिकण माती, सागरी कोळसा इत्यादी द्रव्यांचा असतो: तरंगत्या घनपदार्थांचे सांद्रण २५०० ते ५००० ppm इतके बदलते असते.

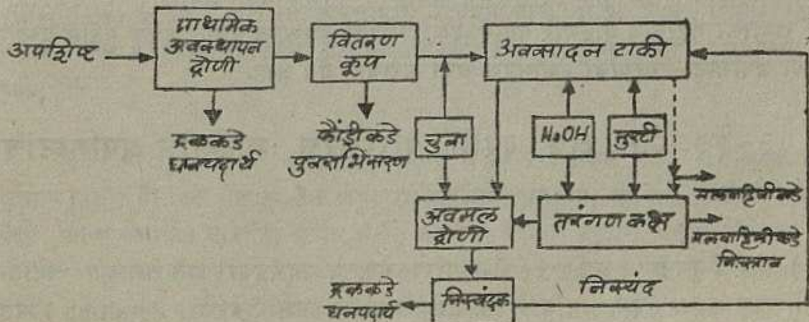
कोष्टक २३-२१

नूतन आणि पुनःप्रापित वाळूंचे तुलनात्मक चाळणी-विश्लेषण (१)

चाळणीतील जाळी (Mesh)	नूतन ओटावा वाळू	पुनःप्रापित वाळू
२०		०.०८
३०	०.०४	०.३०
४०	२.०४	५.८४
५०	३२.३०	४१.०८
७०	४४.९०	३६.४४
१००	१६.८०	१३.२६
१४०	२.८४	१.६८
२००	०.२०	०.६८
२७०	०.३०	०.०२
पॅन	० ०४	०.०२

बहुतेक अपशिष्ट–उपचारणांच्या उपायांत वाळू परत मिळविण्याच्या कोणत्या ना कोणत्या तरी पद्धतीचा अंतर्भाव असतो. एका प्रक्रियाकर्त्याने (१) वाळूतील अतिरिक्त पाणी काढून टाकण्याकरता निस्यंदन संचांची शिफारस केली आहे नंतर-ती वाळू शुष्कनकारकात सांडण्यात येते. तेथे ज्या टोकातून वाळू जाते तेथे ज्वलनसंच बसविलेला असतो. प्रक्रिया कर्त्यांचे असे म्हणणे आहे की, केवळ परिचालनाच्या दृष्टिकोनातूनच पुनःप्रापण संचाच्या कामाचा उठाव समाधानकारक होतो असे नव्हे तर (भांडवलाच्या) गुंतवणुकीच्या दृष्टीनेसुद्धा त्यातून लागलीच परतफेड होत असल्याने शुष्कनकारक अत्यंत समाधानकारक काम देतो. प्रक्रियाकर्त्याने विकत घेतलेल्या वाळूचे नमुनेदार चाळण, आणि पुनःप्रापणानंतरचे चाळणी विश्लेषण को. २३–२१ मध्ये दिले आहे. चाळणानंतर पुनःप्रापित वाळूवर केलेल्या विश्लेषणावरून ती विकत घेतलेल्या नवीन वाळूशी तुलनीय असल्याचे दिसून आले.

आ. २३–१३ त दाखविलेल्या प्रवाह–आलेखाप्रमाणे आणखी एक अपशिष्ट–उपचारण यंत्रणा उभारण्यात आली होती. (आलेखात) दाखविल्याप्रमाणे ह्या प्रक्रियेत पाण्याचा पुनरुपयोग करण्याच्या अगोदर प्राथमिक अवसादन करावयाचे असते. पुनरुपयोगाकरता लागणाऱ्या (राशीपेक्षा) अतिरिक्त (पाण्यावर) रासायनिक उपचार आणि अवसादन करून निर्मलीकरण करण्यात येते. नंतर अंतिम निस्तारणापूर्वी तरंगणाचा उपचार करण्यात येतो आणि निस्यंदन करून अवमलातील पाणी काढून टाकण्यात येते. या पद्धतीत असे आढळून आले कीं, नूतन वाळूतील अपशिष्टात जरी तरंगणारे घनपदार्थ ३७६० ppm इतके होते तरी ही राशि प्राथमिक अवस्थापनानंतर ३६३ ppm, निर्मलीकरणानंतर ३० ppm, आणि तरंगणानंतर १० ppm



आकृति २३–१३. पाण्याचे पुनःप्रापण आणि ओतकामातील उरलेल्या करड्या–लोखंडी (gray-iron) अपशिष्टावरील उपचाराचा प्रवाह–आलेख

पर्यंत कमी झाली. दर ताशी द. चौ. १३ पौंड या प्रमाणात निसंदित केलेल्या १३ प्रतिशत अवमलातून एकचतुर्थांश इंच जाडीची वडी (cake) आणि ९०० ppm तरंगत्या घनपदार्थांचे गाळित (fillrate) तयार झाले.

संदर्भ : ओतकाम कारखान्यातील अपशिष्टे –

१ चॅपल, एछ; 'वेट फौंड्री सॅंड रिक्लमेशन, 'इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ४, १२१ (मार्च –एप्रिल १९५६)

२ हॅथॅवे, सी. डब्ल्यू., आणि इतर, 'ट्रीटमेंट ऑफ मशीन शॉप अॅंड फौंड्री वेस्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ११, १३६३ (नोव्हेंबर १९५४)

३ हॅथॅवे, सी. डब्ल्यू., आणि इतर, 'ट्रीटमेंट ऑफ ग्रे–आयर्न फौंड्री वेस्ट वॉटर,' इंड–स्ट्रियल वेस्ट्स, १, ५, १६६ (मे–जून १९५६)

द्रवीय द्रव्यांचे उपयोग –

महत्वाच्या द्रवीय द्रव्य–उद्योगांचे तेल, रबर, व कांचनिर्मिति, असे येथे वर्गीकरण कर–ण्यात आले आहे. आणि ह्या उद्योगातील अंतिम उत्पादनाच्या उद्योगात वस्त्र प्रावरणाचा मुख्यतः अंतर्भाव नसतो, ते पदार्थ खाद्योपयोगी नसतात आणि ते रसायने आहेत असे मानले जात नाही. तसेंच त्यांचा उपयोग शक्ति निर्मिति उद्योगात होत नाही. अशाप्रकारे अपशिष्टे निर्माण करणाऱ्या अन्य उद्योगांपासून ते भिन्न असल्याचे समजले जाते. तथापि ह्या उद्योगातून सुधारित राष्ट्राला महत्वाचे वाटणारे पदार्थ जरूर निर्माण करण्यात येतात आणि पुढील पृष्ठांत प्रत्येकाच्या अपशिष्ट–समस्यांची स्वतंत्रपणे चर्चा करण्यात येत आहे.

२३–१३. तेल क्षेत्र आणि परिष्करण शाळेतील अपशिष्टांचा उद्भव –

१) तैल-निर्मितीतून आणि २) तैल–परिष्करणातून उद्भवणारे असे तेलाच्या अपशि–ष्टांचे वर्गीकरण करता येईल. अपशिष्टे पंप करणे व त्यांचे अपक्षारीकरण (desalting) आस-वन, प्रभाजन (fractionation) क्षारीकरण, आणि बहुलकीकरण, (polymerization) करण्याच्या प्रक्रियांतून अपशिष्ट-निर्मिति होते. ह्या अपशिष्टांच्या राशी मोठ्या असतात व त्यांत तरंगते आणि विलीन घनपदार्थ, तेले, मेण, सल्फाइडे, मरकॅप्टन, फेनॉलिक संयुगे, क्रेसि–

लेटे, आणि कधींकधी विरघळलेले लोखंड, हे पदार्थ मोठ्या प्रमाणात असतात. दग्धगॅसचे अपलेपन (srubbing) करणे व बाष्पन, तरंगण, मिश्रण, वातन, जैवी ऑक्सीकरण, किलाटन अपकेंद्रीकरण, आणि अस्मीकरण (incineration) करणे हे तैल–अपशिष्टांवरील उपचार आहेत.

सामान्यत: पेट्रोलियममध्ये सुमारे ८५ टक्के कार्बन व १२ टक्के हायड्रोजन असतो. उरलेले ३ टक्के ऑक्सिजन, नायट्रोजन, आणि सल्फरच्या लहान राशींचे बनलेले असतात. तैल–परिष्करणातील कांही पदार्थ आणि उपपदार्थ, पेट्रोल, घासलेट, वंगणे, गॅसतेले, आणि इंधन तेले मेण, अॅस्फाल्ट, पेट्रोलियम कोक, आणि पेट्रोलॅटम व जीवाणुनाशकासारखी संकीर्ण द्रव्ये हे असतात

विभिन्न हायड्रोकार्बनाचे विलगन करण्याकरता प्रभाजी आसवन (fractional dishllation) करून आसवनित पदार्थांपैकी कांहीचा आण्विक संरचनेत बदल करण्याकरता (उत्प्रेरकांसह (catalist) अथवा त्यांच्याशिवाय) उष्णता आणि दाब लागू करून आणि अशुद्ध द्रव्यांचे निष्कासन करण्याकरता विभिन्न अंशावर (ftaction) अथवा पदार्थांवर रासायनिक आणि यांत्रिकी उपचार करून अशुद्ध (erude) तेलाचें सामान्यत: परिष्करण करण्यात येते. नळयांच्या आसवन यंत्रातून अशुद्ध तेल प्रभाजक–बुरुजात सोडण्यात येते. तेथे पेट्रोल, घासलेट आणि गॅसतेलासारखे हलके पदार्थ काढून घेऊन संघनित करण्यात येतात नंतर पेट्रोल व घासलेट टाक्यांत भरण्यात येते; तेथे अशुद्ध द्रव्ये काढून टाकण्यासाठीं, सल्फ्युरिक अम्ल, दाहक सोडा, प्लंबाईट, जलधावक निरनिराळ्या प्रमाणात प्रयुक्त करण्यात येतात. गॅसतेलावर उपचार करून हलके इंधन तेल विकण्याकरता साठविण्यात येते. वंगण अथवा मेण हे आसूत (distillate) काढून घेण्याकरता शेषभागाचे आसवन चालू ठेविले जाते. आसुत म्हणून सर्व पदार्थ काढून घेतल्यानंतर निर्वात कक्षातील अवशेष द्रव्य अॅस्फाल्ट तयार करण्याकरता वापरण्यात येते.

वेधन गारा, लवण जल (brine), मुक्त आणि पायसीकृत तेल, टाकीच्या तळातील अवमल आणि नैसर्गिक गॅस ही तेल क्षेत्रातील अपशिष्टे असतात. या तेलविनिर्मितीय अपशिष्टांपैकी, लवण जलाच्या बाबतीत सर्वांत जास्त अडचणी निर्माण होतात. अनेक तैलयुक्त स्तरात, त्याच्या लगेच वर अगर खाली लवण जल असलेल्या स्तररचना असतात. हे खारट पाणी तेलात झिरपू नये म्हणून पंपिंगच्या वेगावर नियंत्रण ठेवण्यात येते, आणि कांही पाण्याची मोहोरबंदी करण्यात येते तथापि, संपूर्णपणे असे करणे साध्य होत नसल्याने तेलाबरोबर असेक वेळा विहिरीतून लवण जलही पंप केले जाते, गुरुत्वाकर्षणामुळे लवण जल आणि तेल वेगवेगळे होते व नंतर लवण जलाची विल्हेवाट लावण्यात येते.

क्रूड तेलाचा साठा

भंजन, सुधारणा, बहुलकीकरण (polymerization), क्षारीकरण आणि तत्सम प्रक्रिया

प्राथमिक ऊर्ध्वं पातन

गळतीतील मुक्ततेल आणि/अथवा टाकीतील ड्रॉऑफ
ऊर्ध्वपतित (distillate) विलगक, संघनित जले अथवा टाकीतील ड्रॉऑफ यांच्यापासून पायसीकृत तेल
संघनक जल
गजविरोधी रसायने घातलेली अपशिष्ट जले आणि/अथवा ऊर्ध्वपतित विलगक, संघनित जले, अथवा टाकीतील ड्रॉऑफ यांच्यापासूनच्या भाराचे जल विद्राव्य घटक
टाकीच्या तळातील साखा
सामुग्रीतील नलिका आणि बुरुज यांच्यातील कोक
भाराच्या शुद्धीकरणाच्या खरा–यातील अपशिष्ट जल
उत्प्रेरक अगर खरा-यांच्या कारका (agents) करता वापरावयाची अपशिष्ट रसायने

गळतीतील मुक्त तेल आणि/अथवा टाकीतील ड्रॉऑफ
टाकीतील ड्रॉऑफ पासून पायसीकृत तेल
टाकीच्या तळातील साखा

मध्यस्थ (intermediate) साठा

गळतीतील मुक्त तेल आणि/अथवा टाकीतील ड्रॉऑफ
टाकीतील ड्रॉऑफ पासून पायसीकृत तेल
टाकीच्या तळातील साखा

गळतीतील मुक्त तेल आणि/अथवा टाकीतील ड्रॉऑफ
ऊर्ध्वपतित विलगक, संघनित जले अथवा टाकीतील ड्रॉऑफ यांच्यापासून पायसीकृत तेल
संघनक जल
गजविरोधी रसायने घातलेली अपशिष्ट जले आणि/अथवा ऊर्ध्वपतित विलगक, संघनित जलें, अथवा टाकीतील ड्रॉऑफ यांच्यापासूनच्या क्रूड तेलाचे घटक
टाकीच्या तळातील साखा
सामुग्रीतील नलिका आणि बुरुज यांच्यातील कोक

अ‍ॅस्फाल्टची निर्मिती

गळती आणि टाकी स्वच्छ करणे, यातील तेल आणि अ‍ॅस्फाल्ट
संघनक जल

विशिष्ट प्रकारच्या रसायनाची निर्मिती

रासायनिक उपचारण

मेण काढून टाकणे, मेणाची प्रक्रिया आणि तत्सम प्रक्रिया

तयार झालेल्या मालाचा साठा

गळतीतील आणि ओघंडून गेलेले तेल

गळत्या आणि अपशिष्ट वस्तूंच्यापासून विशिष्ट रसायने

गळत्या आणि ओसंडण आणि तेलकट जडे यांच्यापासून मुक्त तेल

अम्ल-उपचारण, उदासीकरण आणि तेल धावन यांच्यापासून अम्ल गाळा, क्षार जले, अम्ल जडे आणि पायसे

तेलाच्या दाहक उपचारापासून दाहक गाळा, अपशिष्ट दाहक आणि क्षारीय जल

तेलांच्या डॉक्टर-उपचारापासून अपशिष्ट प्लंबाइट द्रावण

विशेष उपचारण आणि निवडक विद्रावक परिष्करण यांच्यापासून अपशिष्ट रासायनिक द्रावणे

गळत्या आणि स्टॅटिंग भट्ट्या यांच्या पासून मुक्त आणि पायसीकृत तेल

सघनक जल

मेणाचे अवशेष (tailings)

रासायनिक उपचारणातील अपशिष्टे

विशिष्ट रसायनाचा साठा

गळती ओसंडण्यातील (spills) विशिष्ट रसायने

धावन कक्ष, हौदे, यांत्रिक कर्मशाळा विद्युतगृहे, पिपे स्वच्छ करणे, इत्यादि

स्वास्थ्य अपशिष्टे

केरकचरा

जल उपचारण आणि बॉयलर फोडाऊन यांच्यापासूनचा साका

प्रयोग शाळा, तबकडीचे चूर्णे, काट यंत्रातील पायसे, पिपे धुण्याची पायसे इ. यांच्यापासून तेल

मेणाच्या वस्तूंचा साठा

ॲस्फाल्टच्या वस्तूंचा साठा

गळती आणि ओसंडणे यांच्यापासून ॲस्फाल्ट

ओहायओ नदीतील प्रदूषणाचे सर्वेक्षण यू., एस. सार्वजनिक स्वास्थ्यसेवा १९४२

आकृति २३-१४. पेट्रोलियम-परिष्करणातील अपशिष्टे (वॉटर वर्क्स आणि स्युवेज, या मे १९४१ च्या प्रकाशनातील आर. पी. वेस्टन आणि डब्ल्यु. बी. हार्ट यांच्या "दि वॉटर पोल्यूशन अबॅटमेन्ट प्रॉब्लेम्स ऑफ पेट्रोलियम इंडस्ट्रीज" या (प्रबंधा) वरून)

तेल परिष्करण शालांतील (oil refineries) अपशिष्टांत खालील पदार्थ असतात. गळतीतील मुक्त आणि पायसीकृत तेले, उतू गेलेली द्रव्ये, टाक्यांतील तेलाचे पदार्थ आणि उद्भव; दाहक अपशिष्ट व दाहक अवमल आणि क्षारीय जले: अम्लीय अवमल आणि अम्ल जलें; रासायनिक उपचारणातील प्रासंगिक पायसे; असुत विभाजक आणि टाकीच्या ड्रॉ ऑफ मधील संघनक जल; टाकीच्या तळातील अवमल, उपकरणाच्या नळया, बुरुज आणि अन्य स्थानांतील कोक, अम्ल गॅस, अपशिष्ट उत्प्रेरक आणि निस्यंदन मृत्तिका, उपपदार्थांच्या रासायनिक विनिर्मितीतील विशेष रसायनें, आणि शीतल जल, गळत असलेल्या व उतू गेलेल्या तेलाच्या राशी उपचारण केलेल्या एकूण अशुद्ध तेलाच्या तीन टक्क्याइतक्या असू शकतात. अम्लीय संयुगे काढून टाकण्याकरता तेलावर क्षारीय प्रतिकारक (reagent) वापरून उपचार केल्याने आणि मर्कॅप्टन्स (सल्फरयुक्त दुर्गंधी पदार्थ) काढून टाकण्यासाठी अथवा परिवर्तित करण्यासाठी तेलावर मधुकरण (sweetening) प्रक्रिया केल्याने उपद्रवकारक दुर्गंधी येणाऱ्या क्षारीय अपशिष्टांची मालिकाच तयार होते आणि त्यामुळे, ज्याप्रमाण तेलावरील सल्फ्युरिक अम्ल उपचारणातील अम्लीय अवमलामुळे अडचणी निर्माण होतात तशाच अवघड आणि महाग अपशिष्ट-निस्तारण समस्या निर्माण होतात. वर परिगणित केलेल्या विभिन्न अपशिष्टे निर्माण करणाऱ्या पेट्रोलियम परिष्करण प्रक्रियेचा एक नमुनेदार प्रवाह तक्ता आ. २३–१४ त वेस्टन आणि हार्टने (१४२) दिला आहे.

२३–१४. तैल-परिष्करण शाळेतील अपशिष्टांचे गुणधर्म –

बहुतेक उद्योगाप्रमाणेच तैल–परिष्करण शालांत पाण्याचा प्रचंड प्रमाणात वापर करण्यात येतो. प्राथमिक आसवनापासून अंतिम उपचारण अखेर जवळजवळ प्रत्येक परिष्करण शाळेतील परिचालनात प्रक्रिया आणि शीतन जलांच्या मोठ्या राशी लागतात. विनिर्मात्यांच्या राष्ट्रीय संघटनेनें अंदाजित केलेली मागणी क्रूड तेलाच्या प्रत्येक पिपाला ७७० गॅलन इतकी असते. १९५२ मध्ये गाईलस (४८) ने असा अंदाज केला की, (दररोजच्या क्रूड तेलाच्या ७ द. ल. पिपाच्या संख्येवर आधारित केल्याप्रमाणे) तेल–परिक्षण शाळांनी दररोज ५४०० द. ल. गॅलन पाणी वापरले. हा वापर पोलाद उद्योगानतर दुसऱ्या क्रमांकाचा आहे, आणि युनायटेड स्टेटसमधील एकूण उद्योगांतील पाण्याच्या खपाच्या हा वापर २० प्रतिशत् आहे आणि नगर पालिकांच्या गरजांच्या ५० टक्क्यापेक्षा किंचित कमी आहे.

गाईलसने (को. २३–२२) मध्ये एका नमुनेदार तैल-परिष्करण शाळेतील अपशिष्टाच्या गुणधर्माविषयी माहितीही दिली आहे. चार मोठ्या तेल उत्पादन करणाऱ्या राज्यातील तैल–क्षेत्रातील लवण–जल–अपशिष्टांचे विश्लेषण (को. २३–२३) मध्ये दिले आहे. ओहायओ नदी

सर्वेक्षणा (६९) वरून पांच कान्सास तैलक्षेत्रातील लवण–जलांतील खनिज अंतर्वस्तूंचे अधिक परिपूर्ण विश्लेषण (को. २३–२४) करण्यात आले आहे.

कोष्टक२३–२२

नमुनेदार तैल परिष्करण शाळेकरता आधार सामुग्री (४८)

उत्पादन, पाणी, आणि अपशिष्टाचा गुणधर्म.	मूल्य
कच्चे तेल–प्रवाह, पिपे/दिवस	२०५००
पाण्याचा वापर, दर रोज द. ल. गॅलन	१६
निःस्त्रावी जलाचा दर्जा	
तेलाचा अंश, पीप/दिवस	१६
फेनॉलिक्स, पौंड / दिवस	३८०
BOD, लोकसंख्या समतुल्य	३१५००

कोष्टक २३–२३
तैल–क्षेत्रीय लवण जले

राज्य	एकूण घनपदार्थ ppm	Ca आणि Mg, ppm	Na आणि K, ppm	Cl, ppm
इलिनॉईस	११३०००	५००००	३८०००	६९०००
केन्टकी	२५१०००	२२००००	५७०००	१३७०००
ओक्लाहोमा	२३६०००	१३००००	७७०००	१४५०००
टेक्सास	६९०००	१८००	२४०००	४००००

जरी तेल परिष्करण शालांतींल अपशिष्टांची निव्वळ राशि मोठी समस्या निर्माण करत असली तरी अमेरिकन पेट्रोलियम संस्थेंच्या अहवालाप्रमाणे सर्वसाधारण परिष्करण शाळेत वापरलेल्या एकूण पाण्यापैकी ८० ते ९० टक्के पाणी फक्त शीतनाच्या कामासाठीच वापरले जाते आणि तेल नळातील गळतीचा परिणाम वगळल्यास त्याचे संदूषण झालेले नसते. तथापि, परिष्करण शाळेतील संयुक्त अपशिष्टांत, क्रूड तेल आणि त्यातील अनेक अंशभाग आणि प्रक्रियाकरणातील निरनिराळ्या टप्प्यातील द्रवात प्रस्त्रावित झालेली विलीन व तरंगणारी खनिज आणि सेंद्रिय संयुगे व अवमल, असतात. मुक्त व पायसीकृत तेलांच्या स्वरूपात आणि विलेपक अथवा तरंगते द्रव्य म्हणून अपशिष्ट जलातील तेल दिसून येते. तथापि, सामान्यपणे त्याचे प्रमाण १०० ppm पेक्षा जास्त नसते. परतु अल्प सांद्रण झालेले तरंगते तेलसुद्धा दृष्टीस पडते, कारण अति पातळ (०.०००,००३ इंच) अविनाशी थरात परतण्याची त्याची क्षमता असते. अमेरिकन पेट्रॉलियम संस्थेनें अपशिष्टांच्या घटकाचे, ज्या परिष्करण शाळातून ते मुक्त झाले आहेत त्यांच्या संचानुसार (को. २३–२५) वर्गीकरण केले आहे. वेस्टनने (११२) वीस नमुनेदार परिष्करण शाळातील २० नमुनेदार अपशिष्टांचे स्वास्थ्यविषयक गुणधर्म (को. २३–२६) दिले आहेत.

कोष्टक २३–२४

तेल-क्षेत्रीय लवण जलाच्या नमुन्यांची खनिजीय विश्लेषणे (६९)

मूलक (radical)	संकेंद्रणाची व्याप्ति, ppm
कॅल्शियम	१५०७–१२८८८
मॅग्नेशियम	३४६–४२९०
सोडियम	८२६०–६३२७५
ब्रोमाईड	३२–६३३
कार्बोनेट	०
बायकार्बोनेट	४३–६४४
सल्फेट	०–१५७८
क्लोराईड	१२७५०–१२७२२०
एकूण घनपदार्थ	२५२१०–२४८६००

२३-१५. तेल क्षेत्र आणि परिष्करण शाळेतील अपशिष्टांच्या-वरील उपचार -

अवरूद्ध केलेल्या (impounded) लवण जलाचे सौर-बाष्पन, त्याच्या पृष्ठीय जलांत नियंत्रित विशाखन (diversion) खनिज लवणांचे पुनःप्रापण, आन्तभौम (subtereranion) स्तररचनांत अंतःक्षेपण करून अशा लवण जलांची विल्लेवाट करण्याच्या अनेक पद्धती वापरण्यात आल्या आहेत. तथापि हक्क समायोजन संस्थे (claim adjustment association) मार्फत दाम चुकते करण्याखेरीज अन्य पर्याय कधी कधी उपलब्ध नसतो. तटवर्ती क्षेत्राखेरीज अन्य क्षेत्रासाठी विस्तृत प्रमाणात वापरण्यात आलेली आणि मान्य झालेली एकच कार्यपद्धती, अंतक्षेपण करून निस्तारण करणे ही आहे. उपकरणे संक्षारित होऊ नयेत म्हणून आणि वाळूत बांध न बनावा म्हणून लवण जलाचे आंतर्भौमीय स्तरांत अंतःक्षेपण (inijection) करण्यापूर्वी त्यावर उपचारण करणे आवश्यक असते. आणि लागणारे पूर्वोपचारण इतके विस्तृत प्रमाणात करावे लागते आणि ते महागही असते कीं, पूर्वोपचारणानंतर लवण जल अन्य ठिकाणी सोडून देणे बरे असे अनेक वेळा आढळून येते; ही या कार्यपद्धतीतील उणीव आहे. पृष्ठजलात लवणजल प्रस्त्रावित करण्यापूर्वी तुरटी वापरून त्याचे किलाटन करणेसुद्धा व्यवहार्य ठरेल.

परिष्करण शाळेतील अपशिष्टांचे अपचयन (reducing) करण्याकरता योजण्याचे सुधारात्मक मुख्य उपाय खालीलप्रमाणे असतातः ,१) तेलाची गळती कमी होण्याकरता नळव्यवस्था आणि उपकरणांची प्रतिबंधक देखभाल करणे. २) तेलाचे पायसीकरण होऊ न देणे; जेथे ते झाले असेल तेथील पायसे वेगळी करून त्यांच्यावर स्वतंत्र उपचार करणे. ३) अपशिष्टांच्या मूलस्थानाच्या शक्य तितक्या निकट बसविलेल्या विलगकांत (separators) तरंगणारे तेल काढून टाकणे ४) आक्षेपार्ह अपशिष्टे वेगळी करून त्यांच्यावर स्वतंत्रपणे उपचार करणे; पायसांचे (emulsions) अनुपस्थितीतच फक्त, अमेरिकन पेट्रोलियम संस्थेमधील (API) विलगकांत BOD चे ५ ते १० ppm पर्यंत अपचयन होते.

दाहक अपशिष्टांच्या H_2SO_4 ने केलेल्या) अम्लीकरणाने काही अक्षेपार्ह संयुगे निघून जातात. अम्लीय अवमल इंधनाचे साधन म्हणून वापरता येतात, अथवा तेले, डांबर, ॲस्फाल्ट, रेझीन, वसीय अम्ले, आणि अन्य रसायनांच्या सारखे उपपदार्थ तयार करण्यासाठी त्यांचा उपयोग करण्यात येतो. कांही तैल परिष्करण शाळात, आपल्या स्वतःच्या उपयोगाकरता अम्ल अवमलातून सल्फ्युरिक अम्लाचे पुनःप्रापण करण्यात येते. गाईल्सने (४८) रासायनिक आणि जैवी उपचार केल्यानंतर परिष्करण शाळेतील अपशिष्टांच्या स्वास्थ्य घटकांच्या अपचयनाची (को. २३-२७) माहिती दिली आहे.

कोष्टक २३–२५

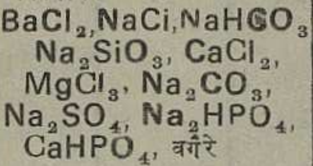
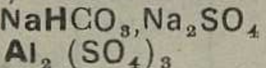
तेल परिष्करण अपशिष्टः अमेरिकन पेट्रोलियम संस्थेने* तयार केलेले तेलपरिष्करण उद्योगातील अपशिष्टात आढळून आलेल्या पदार्थांचे वर्गीकरण –

परिष्करण संच	प्राकृत (native) विलेये आणि अंतिम पदार्थांतील विलेये	रासायनिक विक्रियेतून निष्पन्न होणारी उपस्थित विलेये	नैसर्गिकरित्या आढळून येणारे आणि अंतिम पदार्थात टिकून राहणारे पायसाम (emn soids) व निलबाभ (suspensoids)	रासायनिक व भौतिक क्रियामुळे निष्पन्न होणारे पायसाभ व निलंबाभ
१	२	३	४	५
१ तेल साठा	अ) सेंद्रिय सल्फर संयुगे † आ) अम्ले: H_2S. CO_2, सेंद्रिय अम्ले इ) अकार्बनिक लवणे $NaCl$, Fe व Al ची संयुगे, $CaCl_2NH_4)_2S$ इत्यादी		अ) टाक्यांच्या तळातील तरंगते द्रव्य आ) अविलेय लवणे, $S_2O_2, Al_2(SiO_3)_3$ S, सूक्ष्म विभाजनित पदार्थ ई) ॲस्फाल्टची संयुगे (कांही उदाहरणात)	
२ आसवन				
अ–प्रत्यक्ष आसवन	अ) सेंद्रिय नायट्रोजण संयुगे‡	अ) अकार्बनिक लवणे, सल्फाइट्स, अम्ल सल्फाइट्स,	अविलेय सेंद्रिय व अकार्बनिक लवणे, S संयुगे	अ) तेल–पाणी पायस, बुरजातील वाफेतून वगैरे

		Na_2Co_2, $(NHa)_2S$, Na_2S, सल्फेट्स, अम्ल सल्फेट्स	सल्फॉनिक व नॅप्थेनिक अम्ले, आणि अविलेय मर्कॅप्टाइड्स	
	आ) सेंद्रिय सल्फर संयुगे	अ) अम्ले व क्षार: H_2S, $NaoH$, Nh_4ON, $Ca(OH)_2$,		आ) साबण
	इ) फेनॉल आणि तत्सम संयुगे †	इ) $(NH_4)_2SO_4$, $(NH_4)_2S$, NH_4Cl		इ) मेंचट पायसे ई) धातूंची ऑक्साइडे
ब–भंजन आणि आसवन	२ अ प्रमाणेच	२ अ प्रमाणेच शिवाय फॅनॉल्स आणि फेनॉलिक संयोगांची जोड	अ) तरंगता कोक आ) अविलेय लवणे FeS आणि SiO_2	२–अ प्रमाणे
३ उपचारण अ–मधुकरण, सल्फ्युरिक अम्ल, उदासोनीकरण	अ) सेंद्रिय सल्फर संयुगे आ) सेंद्रिय नायट्रोजन संयुगे ‡ इ) नॅप्थेनिक अम्ले ई) फेमीलेट्स	अ) सेंद्रिय सल्फर संयुगे आ) फेनॉलिक व सल्फेट संयुगे इ) क्षीण H_2SO_4 व अन्य अम्ल द्रावणे ई) क्षीण क्षारीय द्रावणे उ) साबण ऊ) अकार्बनिक लवणे: $CaCl_2$, Na_2CO_3, Na_2SO_4, $Nacl$	अ) तरंगते द्रव्य : Pls, S, S संयुगे आ) अम्ल व क्षारीय अवमल इ) पॉलीमर्स व रेझीन्स	अ) मेंचट पायसे आ) तेल–पाणी पायसे इ) अकार्बनिक लवणे PLS, $CaSO_4$ $CaHPO_4$ ई) साबण उ) ऑक्साइडे — PHO, Fe_2O_2 (पुढील पानावर पहा)

कोष्टक २३-२५ चालू

१	२	३	४	५
		ए) PLO,CuO इ. सारखी क्षारीय द्रावणात विरघळलेली ऑक्साइडे		
ब-चिकणमाती	३ अ प्रमाणेच	३—अ, अ), आ), इ), व ऊ) प्रमाणेच	अ) तरंगती चिकणमाती, माती आ) पॉलीमर्स आणि रेझीन्स	अ) तरंगती चिकणमाती माती आ) $S_2O_2, H_2S_zO_3, Al(OH)_3$
४ पुन:प्रापण: अ-गॅसचे शुद्धीकरण आणि पुन:प्रापण	अ) सेंद्रिय सल्फर संयुगे † आ) सेंद्रिय नायट्रोजन संयुगे ‡	अ) अकार्बनिक लवणे, सल्फेट्स अम्ल सल्फेट्स, सल्फाइड्स, अम्ल सल्फाइट्स, $FeS, (NH_4)_2S, Na_2CO_3, Na_2S$ आ) मर्कॅप्टाइड्स	अविलेय S संयुगे आणि मर्कॅप्टाइड्स	तरंगती Fe आणि S संयुगे
ब-अम्ल पुन:प्रापण	अ) सल्फोनेट्स	अ) अकार्बनिक लवणे आणि H^3SO_4, SO_2, SO_3 आ) सेंद्रिय एस्टर्स	अ) सेंद्रिय निलंबाभ डांबर आ) कांही सल्फर संयुगे § इ) कांही नायट्रोजन संयुगे **	अम्ल अवमल

५ संकीर्ण : अ–शीतनी व बॉयलर जल उपचार		 अकार्बनिक लवणे: $BaCl_2$, NaCi, $NaHGO_3$ Na_2SiO_3, $CaCl_2$, $MgCl_3$, Na_2CO_3, Na_2SO_4, Na_2HPO_4, $CaHPO_4$, वगैरे		अविलेय आणि कालिक संयुगे, $CaCO_3$, $BaCo_3$, $Ca(OH)_2$, $Mg(oH)_2$, $Ba(oH)_2$, $Ca_3(PO_4)_2$
ब–आगसंरक्षण		 अ) अकालीनिक लवणे : $NaHCO_3$, Na_2SO_4 $Al_2(SO_4)_3$ आ) सेंद्रिय संयुगे		

* अस्फाल्ट आणि वंगण तेलाच्या संचाकरता स्वतंत्र शीर्षके दिलेली नाहीत. प्रत्यक्ष वाहित (straight run) आसवनांत जल तेलांचा संबंध येतो. तसेच सल्फ्युरिक अम्ल–उपचारणात वंगण तैल आणि हलक्या तेलांचा संबंध येतो.

† या मथळयाखाली मर्कॅप्टन्स, डायाल्किल सल्फाइडे, सल्फोनेटे, सल्फॉनिक अम्ले, कांही अल्किले आणि ॲरिल सल्फाइडे इत्यादींचा समावेश केला आहे. कोणच्याही एका प्रकारच्या तेलात ह्या संयुगापैकी फक्त थोडीच संयुगे आढळून येतील.

‡ ह्या मथळयाखाली अमाइन्स, कांही अमाइड्स, किनोलाईन्स, व पायरिडीन्सचा समावेश केला आहे. कोणच्याही एका प्रकारच्या तेलांत ह्यां संयुगांपैकी फक्त थोडीच संयुगे आढळून येतील.

§ कांही अल्किल सल्फाइड्स, थायोफेन्स, वगैरे कोणच्याही दिलेल्या एका प्रकारच्या तेलात ही सर्वच्या सर्व संयुगे आढळून येत नाहीत.

** किनोलीन्स, कांही अमाइड्स, पायरिडीन्स, आणि कांही ॲरिल अमाइन्स, कोणच्याही दिलेल्या एका प्रकारच्या तेलात ही सर्वच्यासर्व संयुगे आढळून येत नाहीत

कोष्टक २३-२६

नमुनेदार परिष्करण अपशिष्टांचे गुणधर्म (वेस्टन प्रमाणे (११२)

स्तंभाचा क्रमांक	१	२	३	४	५	६	७	८	९
अपशिष्टाचा प्रकार	पाण्याचा थर	पाण्याचा थर	दूध पाणी पायस	पायस	पायस	पायस	संघनक	संघनक	संघनक
अपशिष्टाचे मूलस्थान	घाणेरड्या तेलावरील उपचार	घाणेरड्या तेलावरील उपचार	जल धावण	दंड संघनक	धारा निर्वात पंप	अपक्षारीकरण	मंद सल्फर गॅस विलगन	श्यान विभंजक गॅस विलगन	
प्रकार संच	अपयुक्त दाहक व उष्णता संयंत्र स्केल	निर्वात पूर्व-लेपन निस्यंदक, प्रायोगिक स्केल	उपचारण	संयुक्त संच	वंगण तेल निर्वात भट्टी	अपक्षारीकरण	संयुक्त संच	संयुक्त संच	हलक्या तेलांचे पुनः प्रापण
अपशिष्टाची राशि			१ पीप/ पीप उत्पादन						
अम्लता, ppm									
क्षारकता, ppm			१५३१३	५९.५	५२०	७३९	१५१८	२९६३	६९-१३१७५
अमोनिया, ppm				४.१	२२५	२.०	५००	१३०-९९९	३-८३५०
BOD, ppm	५६६०-१४४००	७७-१५३	७९००		४२५	४०४	४०८	३०४०	५५-९५००
COD, ppm	२२०००-५६०००	५००-१३६०	८६७७५	७३.३		८६५-३०३१	१२०४	७२३९	२१४-१६२५५

गंध सीमा				१.०		१.८	२.५	४.५	३.५
तेल, ppm	४९००–१०३००	३७–१३०	३१६००	२३६	९४.३	३२–७१३	३	२.५	६.२३०
pH	१०–१०.२	६.९–७.७	९.७९	७.२२	७.०३	९.२६	८.५	७८५	५.०–९.२
फेनॉल, ppm				२.३		४.१	०.०६	१५६	०.–२१३
सल्फाईड, ppm				१.३			६००	१५००	T-५०००
तरंगते घनपदार्थ, ppm	६०–९४०	३०–१३९							
TLM, २४ तास*									२४

* ब्लू जिल या सूर्यमत्स्याकरता २४ तासांची अंदाजी मध्यसहनसीमा (median tolerance limit) अपशिष्टाच्या प्रतिशत् संकेंद्रणाच्या स्वरूपात अभिव्यक्त केली आहे.

(पुढे चालू)

कोष्टक २३-२६ पुढे चालू

स्तंभाचा क्रमांक	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९
अपशिष्टाचा प्रकार	अम्ल	अम्ल	अपयुक्त दाहक	अपयुक्त दाहक	अपयुक्त दाहक	कार्बोनेट	क्षारीय	विशेष रसायने	विशेष रसायने	परिष्कारक
अपशिष्टाचे मूलस्थान प्रकार संच	एकक मल वाहिनी अल्कायलेशन संच	एकक मल वाहिनी H_2So_4 अव परिवर्तन संघ	अल्कायलेट धावन रासायनिक विनिर्मिती	कॅटॅलिटिक पॉलिमराझेशन	नॅप्था धावन उपचारण	नॅप्था धावन द्रवीय उत्प्रेरक विभंजक संच	बंब दाहक मेथॅनॉल मधुकरण	एकक मलवाहिनी अल्क— लायझेशन पायसीकरण	एकक मल वाहिनी प्रक्षालक शुष्कन	विलगक प्रवेश द्वार टीप पहा †
अपशिष्टाची राशि			दरपौंड उत्पादनात ०.२१ पौंड NaOH वापरला	दर पिपाच्या उत्पादनात ०.८ पौंड Naoh वापरला						दर दिवशी ९.६ दश लक्ष गॅलन
अम्लता, ppm	११०५–१२३२५	११४०–१००५०						१८–२४५		०–१८८
क्षारकता, ppm			४६२५०	२०९३३०	८००२०	२४७९००			१५०	०–९२
अमोनिया, ppm	१.२	२–१३						१.८	०.२–१२.६	
BOD, ppm	३१	१०–२७२	२५६	८४४०	५११५४	३६३६००		२८–१५१	८–११८०	९६–५०१
COD, ppm	१२५१	९१०	३२३०	५०३५०	१४४१२०	९०१२००	३७१–२९९०००	२५९–५३८२	२५८५–१५३५०	

गंध सीमा	३.७	३-५	१.५					१.२		३.२५-५.३२
तेल, ppm	१३१	१२४	१०	T-१२			८-५८	१३-१३१०	४०-७७५०	३९००-६५००
pH	०.६-१.९	१.७१	१२.८	१२.९	१३.४	१३†	९.५-१२.५	४.६	७.३७-९.३१	२.४-६.२
फेनॉल, ppm			५०	२२.२	२३३१२	३०९३००		०-७.४		०.५-७.९
सल्फाईड, ppm			२	३०६०		०-३३८०				
तरगते घनपदार्थ, ppm			२५३	५४-२७९		६७८				१३२-६७८
TLM, २४ तास†	०.४	३			०.०४					३३

† नाप्था-उपचारक अपशिष्टे वगळता, अपशिष्ट परिपूर्ण परिष्करण शाळेतील सयुक्त प्रस्त्रावाचे प्रतिनिधित्व करते.

वेस्टनने (१४०) असे दर्शविले आहे कीं, पेट्रोलियमच्या उद्योगातील उत्पादन हानि आणि उप-पदार्थ हाताळण्याची पद्धत ही एक अर्थविषयक समस्या आहे आणि कांही उदाहरणात त्या समस्येत उपदार्थाच्याकरता अपशिष्टांचा उपयोग करणे आणि निस्तारण करण्यापूर्वी औद्योगिक अपशिष्टावर योग्य ते उपचार करणे, यापैकी एकाची निवड करावी लागते.

कोष्टक २३-२७

दुय्यम उपचारण करून परिष्करण शाळेतील निःस्त्रावातील संदूषकांचे केलेले अपचयन (reduction) (४८).

गुणधर्म	अपचयन, %	
	रासायनिक पुंजीकरण	जैवी उपचारण
गंध क्रमांक	९५	९०
गढूळपणा	९३	८५
तेल	९०	७५
तरंगते घनपदार्थ	६५	४५
BOD	५०	८५
फेनॉलिक्स	०	९०

संदर्भ – तैल परिष्करण अपशिष्टे –

१ Aeschliman, पी. डी; आर. पी. सेल्म, आणि जे. वॉर्ड, 'स्टडी ऑफ ए कॉन्सॅस ऑईल रिफायनरी वेस्ट प्रॉब्लेम्ल,' मॅक्फर्सन रिफायनरी, राष्ट्रीय सहकारी परिष्करण शालेय संपथा

२ अमेरिकन पेट्रोलियम इस्टिट्यूट, 'केमिकल वेस्ट्स,' खंड III, परिष्करण शाळातील अपशिष्टांच्या विस्तारणाची नियम पुस्तिका, २ रीं आवृत्ति, (१९५१)

३ अमेरिकन पेट्रोलियम इन्स्टिटयूट, 'वेस्ट वॉटर कंटेनिंग ऑईल,' खंड I, परिष्करण शाळेतील अपशिष्टांच्या निस्तारणाची नियम पुस्तिका, ५ वी आवृत्ति, (१९५३)

४ अँडर्सन, सी. ओ; 'ऑईल रिफायनरी वेस्ट ट्रीटमेंट अँज प्रॅक्टिस्ड बाय रॉक आयलंड रिफायनरी कॉपा, अॅट इडियानापोलिस इंडि.,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, ६, १६५९ (नोव्हेंबर–डिसेंबर १९५०)

५ ऑस्टीन, आर. जे; 'सल्फर डाय ऑक्साईड अँड कोक रिकव्हरी फ्रॉम अॅसिड रिफायनरी स्लज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ६, ११०८ (नोव्हेंबर १९४७)

६ ऑस्टीन, आर. जे; आणि इतर, 'ट्रीटमेंट ऑफ ऑईल-कंटेनिंग वेस्ट वॉटर्स, ट्रिक्लिग फिल्टर स्टडीज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ८, १०५७ (ऑगस्ट १९५४)

७ ऑस्टीन, आर. जे; डब्ल्यू. एफ. मीहॅन, आणि जें. डी. स्टॉकहॅम, 'ऑपरेशन ऑफ एक्स्पेरिमेंटल ट्रिक्लिग फिल्टर्स ऑन ऑईल कंटेनिंग वेस्ट वॉटर्स,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट समेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५३)

८ ऑस्टीन, आर. जे; आणि ई. एछ. व्हॉज, 'केमिकल फ्लॉक्यूलेशन ऑफ रिफायनरी वेस्ट वॉटर,' पर्ड्यू विश्वविद्यालयाचे प्रयोग केंद्र, विस्तार माला ७६ (१९५१) पान २७२

९ बेकर, आर. ए; आणि आर. एफ वेस्टन, 'बॉयॉलॉजिकल ट्रीटमेंट रिफायनरीं वेस्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, १, ५८ (जानेवारी १९५६)

१० बार, बी. ए., 'रिक्लमेशन ऑफ ऑईल इन ए लार्ज इडस्ट्री,' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (सप्टेंबर १९४८)

११ बॅर्ट्रम, एफ. डब्ल्यू., आणि इतर, 'केमिकल ऑक्सिजन डिमांड ऑफ पेट्रोकेमिकल वेस्ट्स, मॉडिफिकेशन ऑफ दि स्टॅंडर्ड कॅटॅलिटिक रिफ्लक्स प्रोसीजर,' अॅनॅलिटिकल केमिस्ट्री, ३०, ९, १४८२ (सप्टेंबर १९५८)

१२ Biehl, जे. ए., 'रिडक्शन ऑफ फेनॉल इन वेस्ट्स फ्रॉम कॅटॅलिटिक पेट्रोलियम प्रोसेस,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

१३ ब्लँड, डब्ल्यू. एफ., 'लॅबोरेटरी वेस्ट कंट्रोल, अॅटलँटिक रिफायनिंग कंपनी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, १, १३२ (जानेवारी १९४७)

१४ ब्लडगुड, डी ई., 'पेट्रोलियम वेस्ट्स प्रॉब्लेम,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९ ४, ६०७ (जूलै १९४७)

१५ ब्लडगुड, डी. ई., आणि डब्ल्यू. एफ. केलेहर, :फंडामेंटल स्टडीज ऑन दि रिमू-व्हल ऑफ इमल्सिफाईड ऑईल बाय केमिकल फ्लॉक्यूलेशन,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय. (मे १९५८)

१६ बरोज, एल. सी; 'सेग्रिगेशन अँड ट्रीटमेंट,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, १, ५७ (जानेवारी १९५८)

१७ बॉवर्स, एफ. जे; आणि इतर, 'ऑईल-वॉटर सेपरेशन, इलेक्ट्रिकल मेथड,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, २, २८६ (एप्रिल १९३१)

१८ ब्रॅडी, एस. डी., 'एफ्लयुअंट इंप्रूव्हमेंट प्रोग्रॅम अॅट अंबल्स बेटाऊन रिफायनरी,' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५४)

१९ ब्रॅडेल, ए. जे., 'कूलिंग वॉटर रीसर्क्युलेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, १२, १४०९ (डिसेंबर १९५७)

२० ब्रॅनन, टी. एफ; जे. ई. एट्झेल, आणि डी. ई. ब्लडगुड, 'यूज ऑफ लाईम इन ट्रीटिंग ऑईल वेस्ट्स,' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९५४)

२१ ब्रिक, आर. जे., दि न्यू ब्यूक वेस्ट डिस्पोजल अँड ऑईल रिक्लमेशन सिस्टिम,' १२ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५७)

२२ ब्राऊन, जी. डब्ल्यू., आणि जे. ई. सब्लेट, 'युनियन ऑईल कंपनी बिल्ड्स न्यू वेस्ट वॉटर फॅसिलिटीज,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, १, ६ (जानेवारी-फेब्रुवारी १९५७)

२३ ब्राऊन, के. एन., आणि एस. कर्टिस, 'डिफिकल्ट वेस्ट डिस्पोजल प्रॉब्लेम सॉल्व्हड,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २२, ११, १५०७ (नोव्हेंबर १९५०)

२४ बक, डब्ल्यू, बी; 'प्रोग्रेस मेड बाय दि ऑईल इंडस्ट्री ऑफ ओक्लाहोमा इन दि डिस्पोजल ऑफ ब्राईन,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५८)

२५ कॅलिस, व्ही. जे; 'रिमूव्हिंग ऑईल फ्रॉम वॉटर बाय फ्लॉक्यूलेशन अँड फिल्ट्रेशन,' पॉवर, ९८, १०, ११२ (आक्टोबर १९५४)

२६ कॅर्बोन, डब्ल्यू एल., एल. टी. हार्टमन, आणि जे. जे. लॉटन, 'कंटीन्युअस केमिकल प्यूरिफिकेशन ऑफ कोक ओव्हन लाईट ऑईल, इन्क्ल्यूडिंग थायोफेन रिमूव्हल,' ९ वे ओंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन, (जून १९५९) पान २६५

२७ कूल्टर, जे. बी., आणि इतर, 'इमल्सिफाईड ऑईल वेस्ट-अॅन एअर फोर्स प्रॉब्लेम,'

११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, अभियांत्रिकी परिपत्रक ४१ (१९५७) पान ९९–११३; अभियांत्रिकी विस्तार माला ९१

२८ क्रॉस्बी, ई. एस. डब्ल्यू. रुडॉल्फ्स, आणि एछ. ह्यूकेलेकियन, 'बायॉलॉजिकल ग्रोथ्स इन पेट्रोलियम रिफायनरी वेस्ट वॉटर्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४६, २, २९६ (फेब्रुवारी १९५४)

२९ डॉघर्टी, एफ. एम., 'ऑईल वेल ड्रिलिंग केमिकल्स, इफेक्ट्स ऑन मरीन ॲनिमल्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, १०, १२८२ (आक्टोबर १९५१)

३० डिकर्सन, बी. डब्ल्यू., डब्ल्यू. टी. लॅफे, आणि आर. ओ. मॅक्नील, 'ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट फ्रॉम टॉल ऑईल रिफायनिंग,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, २ १४१–१५९ (फेब्रुवारी १९५९)

३१ एल्किन, एछ. एफ; 'ॲक्टिव्हेटेड स्लज, ॲप्लिकेशन्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, ९, ११२२ (सप्टेंबर १९५६)

३२ एल्किन, एछ. एफ; 'बायॉलॉजिकल ऑक्सिडेशन ऑफ ऑईल रिफायनरी वेस्ट्स इन कूलिंग टॉवर सिस्टिम्स,' ४ थे ऑंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५७) पान ६३–७३

३३ एल्किन, एछ. एफ; 'कंडेन्सेट्स, केंचेस अँड वॉश वॉटर्स अॅज पेट्रोकेमिकल वेस्ट सोर्सेस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ६, ८३६ (जून १९३९)

३४ एल्किन, एछ. एफ., 'सक्सेसफुल इनीशियल ऑपरेशन ऑफ वॉटर रीयूज ॲट रिफायनरी,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, २, ७५ (नोव्हेंबर- डिसेंबर १९५५)

३५ एल्किन, एछ. एफ; 'वेस्ट ट्रीटमेंट ॲट दि सन ऑईल कंपनी रिफायनरी, सार्निया ऑंटॅरिओ, ३ रे ऑंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५६) पान ८३-९३

३६ एल्किन, एछ. एफ; आणि डब्ल्यू. ई. सॉडेन, 'ग्रॅव्हिटी सेपरेशन ऑफ ऑईल,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ७, ८५४ (जुलै १९५४)

३७ एटिंजर, एम. बी; के. जे. लेइका, आणि आर. सी. क्रोनर, 'पर्सिस्टन्स ऑफ पायरिडीन बेसेस इन पोल्यूटेड वॉटर,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४६, ४, ७६१ (एप्रिल १९५४)

३८ एट्झेल, जे. ई; टी. एफ. ब्रॅनन, आणि डी. ई. ब्लडगुड, 'न्यू इकॉनॉमीज पॉसिबल इन ट्रीटिंग ऑईल इमल्शन वेस्ट्स बाय केमिकल कोॲग्यूलेशन,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ७, २३७ (सप्टेंबर-आक्टोबर १९५६)

३९ फेलोज, एफ. जी; 'रिमूव्हिंग ऑइल्स, टार्स, अल्कलीज फ्रॉम रिफायनरी वेस्ट,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, २२, ९, ४६८ (सप्टेंबर १९५१)

४० फिम्के, सी. एफ; 'एअर फ्लोटेशन फॉर रिफायनरी वेस्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २७, ११, १३१७ (नोव्हेंबर १९५५)

४१ फायलर, आय. ए; 'दि वेस्ट-डिस्पोजल प्रोग्रॅम ऑफ दि सिंक्लेअर रिफायनिंग कंपनी, ईस्ट शिकॅगो, इंडी; ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९)

४२ फ्रेम, जे; 'अॅप्रोच टू ट्रीटमेंट ऑफ रिफायनरी वेस्ट्स,' ५ वे ऑंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (मे १९५८) पान ५९

४३ फ्रेम, जे. डी; 'फ्रॉम रिफायनरी वेस्ट्स टू प्यूअर वॉटर अॅट दि सिटीज सर्व्हिस ट्रॅफलगार रिफायनरी,' ६ वे ऑंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५९) पान १७१

४४ फ्रेम, जे. डी; 'रिफायनिंग रिफायनरी वेस्ट्स,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, ३०, ७, ३८ (जुलै १९५६)

४५ गॅरेट, जे. टी; 'टार्स, स्पेंट कॅटॅलिस्ट्स, अॅंड कॉंप्लेक्सेस अॅज पेट्रो केमिकल वेस्ट सोर्सेस,' स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ६, ८४१ (जून १९५९)

४६ गाइल्स, आर. एन; 'ऑईल-वॉटर सेपरेशन,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स' २४, ६, ८०१ (जून १९५२)

४७ गाइल्स, आर. एन, 'ऑईल-वॉटर सेपरेशन,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१)

४८ गाइल्स, आर. एन., 'ए रॅशनल अॅप्रोच टू इंडस्ट्रियल वेस्ट डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स,' स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, १२, १४९५ (डिसेंबर १९५२)

४९ गिलियन, ए. एस., आणि एफ. सी., अॅंडरेग, 'बायॉलॉजिकल डिस्पोजल ऑफ रिफायनरी वेस्ट्स,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५९)

५० गॉटहार्ड, एन. जे., आणि जे. ए. फाउलर, 'लिक्विड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स: पेट्रोलियम रिफायनरीज,' इंडस्ट्रियल अॅंड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ५०३-५०७ (मार्च १९५२)

५१ गॉटहार्ड, एन. जे., आणि जे. ए. फाउलर, 'पेट्रोलियम रिफायनरीज,' इंडस्ट्रियल अॅंड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ५०३ (मार्च १९५२)

५२ ग्लीसन, आर. जे; 'वेस्ट-ऑईल ट्रीटमेंट अॅंड डिस्पोजल प्रॅक्टीसेस इन दि १३ वे

नेव्हल डिस्ट्रिक्ट,' वॉशिंग्टन विद्यालयाचे अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (एप्रिल १९४९) पान ४८

५३ ग्रॅनव्हिल, एम. एफ., 'ब्राईन डिस्पोजल, ईस्ट टेक्सास,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १७, ६, १२९५ (नोव्हेंबर १९४५), १८, ३, ५८९ (मे १९४५)

५४ हॅरिस, टी. आर., 'डिस्पोजल ऑफ रिफायनरी वेस्ट सल्फ्युरिक ॲसिड.' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ५०, १२, ८१ A (डिसेंबर १९५८)

५५ हार्ट, डब्ल्यू. बी. 'ए केस हिस्टरी ऑफ ए रिफायनरी वेस्ट,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४९, १, १०७ A (जानेवारी १९५७)

५६ हार्ट, डब्ल्यू. बी., 'फ्लॉक्यूलेशन ॲज ए ट्रीटमेंट फॉर पेट्रोलियम रिफायनरी वेस्ट वॉटर,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४९, ५, ७७ A (मे १९५७)

५७ हार्ट, डब्ल्यू. बी., 'फ्लॉक्यूलेशन ऑफ ऑईल रिफायनरी वेस्ट,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४९, ७, ६३ A (जूलै १९५७)

५८ हार्ट, डब्ल्यू. बी., 'पोल्यूशन अबेटमेंट इन दि पेट्रोलियम इंडस्ट्री,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ३, ११० (जानेवारी-फेब्रुवारी १९५६)

५९ हार्ट, डब्ल्यू. बी, 'रिफायनरी वेस्ट डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, ६, १२४५, १२४६, १२४८ (नोव्हेंबर १९४६); १९, १, १३३-१३५ (जानेवारी १९४७); १९, ३, ५४१-५४३ (मे १९४७); १९, ४, ७०८, ७०९ (जूलै १९४७); १९, ५, ९५६-९५७ (सप्टेंबर १९४७); १९, ६, ११११ (नोव्हेंबर १९४७); २०, २, ३६३ (मार्च १९४८); २०, ३, ५९६ (मे १९४८)

६० हार्ट, डब्ल्यू. बी; 'ट्रीटमेंट ऑफ ऑईल इंडस्ट्री वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १७, २ ३०७ (मार्च १९४५)

६१ हेंडर्सन, जी. आर., 'वेस्ट डिस्पोजल अँट सन ऑईल कं. लि., सार्निया, ओंटॅरिओ रिफायनरी,' २ रे ओंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५५) पान १-३

६२ हिल, जे. बी; 'रिफायनरी वेस्ट प्रॉब्लेम्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १२, २, ४०१ (मार्च १९४०)

६३ हिल, जे. बी; 'वेस्ट प्रॉब्लेम्स इन दि पेट्रोलियम इंडस्ट्री,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३१, ११, १३६१ (नोव्हेंबर १९३९)

६४ हॉजकिन्सन, सी. एफ., 'ऑईल रिफायनरी वेस्ट ट्रीटमेंट इन कान्सास,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ११, १३०४ (नोव्हेंबर १९५९)

६५ हॉलंड, डब्ल्यू. ई., 'ऑईल सेपरेशन फ्रॉम रिफायनरी वेस्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंड-स्ट्रियल वेस्टस, २३, १, १२१ (जानेवारी १९५१)

६६ हॉलंड, डब्ल्यू. ई; 'ऑईल सेपरेशन इन दि डिस्पोजल ऑफ रिफायनरी वेस्ट्स,' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (सप्टेंबर १९४८)

६७ हंफ्रेज, डब्ल्यू., 'प्रॉडक्शन अँड रिफायनरी वेस्ट डिस्पोजल, कॅलिफोर्निया,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १६, ५, ९३६ (सप्टेंबर १९४४)

६८ हंट्रेस, सी. ओ; 'ट्रीटमेंट ऑफ पेट्रोकेमिकल वेस्ट्स,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्यविद्यालय, (मे १९५३)

६९ 'इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड टू दि ऑईल इंडस्ट्री,' ७८ वी यू. एस. कॉंग्रेस, पहिले अधिवेशन, गृह कागद पत्रक २६६, ओहायओ नदी प्रदूषण नियंत्रण सर्वेक्षण, पुरवणी D, परिशिष्ट IX, (१९४३), पान ११७५–११९२

७० जॅन्स्टन, सी. बी., 'अंडर ग्राऊंड वॉटर पोल्यूशन बाय ऑईलफील्ड ब्राइन्स,' पब्लिक वर्क्स मॅगेझीन, ८५, ४, ९३ (एप्रिल १९५४)

७१ जोन्स, ओ. एस., 'ब्राईन डिस्पोजल, सबसर्फेस,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, १, १८४ (जानेवारी १९४८)

७२ जटरबॉक, ई. ई., आणि बी. एछ. वेल, 'पेट्रोलियम,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ५१, १, ४० A (जानेवारी १९५९)

७३ कॅफ्लोव्हस्की, जें, 'इव्हॅल्युएशन ऑफ ट्रीटमेंट मेथड्स अॅट टाईड वॉटर्स डेलावेअर रिफायनरी, वेस्ट कंट्रोल अँड ट्रीटमेन्ट,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ४, ४३२ (एप्रिल १९५९)

७४ क्लेबर, जे. पी., 'ट्रीटमेंट ऑफ फ्लडिंग वॉटर्स अँड डिस्पोजल ब्राईन्स वुइथ कॅलगॉन,' वॉटर पोल्यूशन अॅब्स्ट्रॅक्ट्स, १८, ६, ६४ (एप्रिल १९५५)

७५ कोशेन, ए., 'एसो रिफायनरी रिकन्स्ट्रक्ट्स इंडस्ट्रियल वेस्ट्स स्युवर,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, १००, ३, १२६ (मार्च १९५३)

७६ ली, जे. ए., 'ब्राईन्स, वेल डिस्पोजल,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ३, ३२६ (मार्च १९५१)

७७ लेव्हिस, ए. डब्ल्यू., 'फॅसिलिटीज अँड ट्रीटमेंट मेथड्स अॅट टाइड वॉटर्स डेलावेअर रिफायनरी, वेस्ट कट्रोल अँड ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ४, ४२४ (एप्रिल १९५९)

७८ 'लिक्विड वेस्ट,' केंद्रीय राज्याच्या वाहितमल आणि औद्योगिक अपशिष्ट संस्थेच्या सभेचा अहवाल, इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, ६, १५२ (नोव्हेंबर–डिसेंबर १९५७)

७९ ल्यूकस, डब्ल्यू. आर., 'डायरेक्ट ऑक्सिजन रीजनरेशन ऑफ स्पेंट पेट्रोलियम कॉस्टिक्स,' वर्क बुक फिचर, इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ५१, २, ८४ A (फेब्रुवारी १९५९)

८० लड्झॅक, आर. जे. आणि इतर, 'ऑब्झर्व्हेशनस अँड मेझरमेंट ऑफ रिफायनरी वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ३०, ५, ६६२–६६८ (मे १९५८)

८१ लड्झॅक, आर. जे; डब्ल्यू. एम. इंग्रॅम, आणि एम. बी. एटिंजर, 'कॅरॅक्टरिस्टिक्स ऑफ ए स्ट्रीम कंपोज्ड ऑफ ऑईल रिफायनरी अँड ॲक्टिव्हेटेड स्लज एफ्ल्युअंट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, १०, ११७७ (आक्टोबर १९५७)

८२ लड्झॅक, आर. जे., आणि डी. किन्केड,' ऑईल वेस्ट्स पर्सिस्टन्स इन वॉटर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, ६, ८२७ (जून १९५६)

८३ मॅक्किन्ने, आर. ई., आणि इतर, 'ॲरोमॅटिक कांपौंड्स, ॲक्टिव्हेटेड स्लज ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, ४, ५४७ (एप्रिल १९५६)

८४ मॅक्रे, ए. डी; 'डिस्पोजल ऑफ अल्कलाईन वेस्ट्स इन दि पेट्रोकेमिकल इंडस्ट्री,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ६, ७१२ (जून १९५९)

८५ मॅक्रे, ए. डी., 'मॉडर्न वेस्ट डिस्पोजल अँड रिकव्हरी इन ए पेट्रोलियम रिफायनरी.' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५४) पान ४४०

८६ मॅक्रे, ए. डी; 'एफ. एछ. ग्रिफिथ्स, आणि आर. जी. लेन, 'डिटेक्शन अँड मॉनिटरिंग ऑफ फेनॉलिक वेस्ट वॉटर,' ७ वे ओंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९६०) पान ५६

८७ Madarasz, एम. एफ; 'पायलट प्लँट रिकव्हरी ऑफ ॲन आयन कोॲग्यूलंट फ्रॉम ऑईल वेस्ट ट्रीटमेंट स्लज,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५९)

८८ Madarazs, एम. एफ; 'ट्रीटमेंट ऑफ ऑईल वेस्ट्स फ्रॉम मशीनिंग प्लँट्स,' ल्यूब्रिकेशन इंजनिअरिंग, १४ (एप्रिल १९५८) पान १४५

८९ मार्श, जी. ए; 'ब्राईन्स, डिझॉल्व्हड ऑक्सिजन डिटर्मिनेशन, पोर्टेबल मीटर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ८, १०४५ (ऑगस्ट १९५२)

९० माऊ, जी. ई., 'ट्रिक्लिंग फिल्टर ट्रीटमेंट, पायलट प्लँट स्टडीज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, १०, १२३६ (ऑगस्ट १९५४)

९१ मिल्ने, डी., 'इंडस्ट्रियल वेस्ट कंट्रोल अँट जनरल मोटर्स कॉर्पोरेशन,' ५ वे ओंर्टेरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन, (मे १९५८) पान १११–१३१

९२ मॉर्गन, एम. जे; 'कलेक्शन अँड सेग्रिगेशन ऑफ वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ६, ११०७ (नोव्हेंबर १९४७)

९३ मॉर्गन, डब्ल्यू. एस., 'ब्राईन डिस्पोजल, ईस्ट टेक्सास,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५, ६९७ (मे १९५१)

९४ मॉरिस, डब्ल्यू. एस., 'डिस्पोजल ऑफ ऑईल फील्ड सॉल्ट वॉटर्स,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९)

९५ मुसान्ट, ए, एफ. एस; 'डिटर्मिनेशन ऑफ ऑईल इन रिफायनरी वेस्ट्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ८, १०४६ (ऑगस्ट १९५२)

९६ न्यूमन, ई. डी; आणि इतर, 'मॉडर्न वेस्ट–डिस्पोजल फॅसिलिटीज ॲट शेल्स ॲन्कॉर्टेस रिफायनरी,' ऑईल अँड गॅस जर्नल, ५६ (मे १९५८) पान १२४

९७ नीगोव्स्की, एस. जे., 'फेनॉल वेस्ट, ओझोन डिस्ट्रक्शन,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, १०, १२६६ (आक्टोबर १९५६)

९८ 'ऑईल पोल्यूशन अँड रिफायनरी वेस्ट्स,' समितीचा अहवाल, स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ७, १, १०४ (जानेवारी १९३५)

९९ पॉमेरॉय, आर; 'ऑईल अँड ग्रीज, फ्लोटेबिलिटी अँड सेपरेशन डिझाईन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ११, १३०४ (नोव्हेंबर १९५३)

१०० पॉमेरॉय, आर; 'ऑईल फील्ड वेस्ट्स, डिस्पोजल, कॅलिफोर्निया कोस्टल कौंटीज,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, १, ५९ (जानेवारी १९५४)

१०१ प्रॅट, एन. ए., 'ऑईल इमल्शन्स इन डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २२, ३, ३३१ (मार्च १९५०)

१०२ रॅन्डॉल्फ, जे. डब्ल्यू., 'रिफायनरी वेस्ट डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ६, ११०७ (नोव्हेंबर १९४७)

१०३ रॅथर, जे. बी., 'डिटर्मिनेशन ऑफ ऑईल इन रिफायनरी एफ्ल्युअंट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, १०, १३२५ (आक्टोबर १९५८)

१०४ 'रिफायनरी रिमूव्हज ऑईल वेस्ट्स फ्रॉम ४५००० बॅरल-डेली ऑपरेशन्स,'

वेस्ट्स इंजनिअरिंग, २८, ४, १८२ (एप्रिल १९५७)

१०५ रीड, जी. डब्ल्यू., आर. डेघ, आणि आर. एल. वॉर्टमन,' फेनॉलिक वेस्ट्स फ्रॉम एअर क्रॅफ्ट मेंटेनन्स,' जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचे नियत कालिक, ३२, ४, ३८३ (एप्रिल १९६०)

१०६ रॉडी, जे. जे , 'ब्राईन ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १३, ४, ८४८ (जूलै १९४१)

१०७ Rohlich, जी. ए., 'एअर फ्लॉक्यूलेशन, अॅप्लिकेशन टू रिफायनरी वेस्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ८, १०५६ (ऑगस्ट १९५४)

१०८ Rohlich, जी. ए., 'पायलट प्लँट स्टडीज ऑफ एकर फ्लोटेशन ऑफ ऑईल रिफायनरी वेस्ट वॉटर,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९५३) पान ३६८

१०९ रूक, सी. जी., 'रिफायनरी वेस्ट एफ्ल्युअंट युटिलायझेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रि-यल वेस्ट्स, १८, ३, ५८२ (मे १९४६)

११० रॉस, एल , 'सोहिओ सेपरेटर, अनयूज्वल डिझाईन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ५, ९५६ (सप्टेंबर १९४८)

१११ रॉस, डब्ल्यू. के., आणि ए. ए. शेफर्ड, 'बायॉलॉजिकल ऑक्सिडेशन ऑफ पेट्रो-लियम फेनॉलिक वेस्ट वॉटर्स,' मॅनहटन, महाविद्यालय, न्यू यॉर्क येथे (एप्रिल १९५५) मध्ये झालेल्या जैवी अपशिष्ट उपचारणावरील समेलनाची कार्यवाही

११२ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू , इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट न्यू यॉर्क: राईन होल्ड पब्लिशिंग कार्पो., (१९५३) पान ४२७-४२८

११३ रगल्स, डब्ल्यू. एल. 'बेसिक पेट्रोकेमिकल प्रोसेस अॅज वेस्ट सोर्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, ३२, ३, २७४ (मार्च १९६०)

११४ रियॅन, बी. जे., 'स्पेंट कॉस्टिक डिस्पोजल अँड पेट्रोकेमिकल इंडस्ट्रीज,' ६ वे ओंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५९) पान १७९

११५ सबीना, एल. आर., आणि एछ. पिव्हिनिक, 'ऑईल इमलशन, ऑक्सिडेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, ७, ८४१ (जुलै १९५७)

११६ सालेम, ई. डी; 'डेव्हलपमेंट कन्स्ट्रक्शन अँड ऑपरेशन ऑफ अॅज ऑइली वेस्ट ट्रीटमेंट प्लँट,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

११७ सॅल्व्हॅटोरेली, जे. जे; 'एअर क्रॅफ्ट ऍंजिन वेस्ट ट्रीटेड इन कंटीन्यूअस फ्लो-थ्रू प्लँट,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, ३०, ६, ३१० (जून १९५९)

११८ सँडर्स, एफ. ए; 'कंबॅटिंग ऑईल अँड मेटल प्लेटिंग वेस्ट प्रॉब्लेम्स ॲट केली एअर फोर्स बेस,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

११९ सॉयर, सी. एन; आणि इतर, 'ब्राईन्स, आयोडीन रिकव्हरी,' स्युवेज अ‍ॅन्ड इंड-स्ट्रियल वेस्टस, २२, ४, ५८३ (एप्रिल १९५०)

१२० शिन्ड्लर, एछ., 'केमिकल ट्रीटिंग प्लँट फॉर रिफायनरी वेस्ट वॉटर फ्रॉम व्हाईट ऑईल्स अँड पेट्रोलियम सल्फोनेट्स,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय. (फेब्रुवारी १९५१)

१२१ शिन्ड्लर, एछ. 'रिफायनरी वेस्ट्स केमिकल ट्रीटिंग प्लँट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रि-यल वेस्ट्स, २४, ६, ८११ (जून १९५२)

१२२ शिन्ड्लर, एछ; 'सल्फोनेट्स, डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ९, १२५५ (सप्टेंबर १९५०)

१२३ स्टीन, एम; 'ऑईल वेल ब्राईन प्रॉब्लेम ऑफ दी कॅनगी ड्रेनेज सिस्टिम,' १२ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५७)

१२४ शीट्स, डब्ल्यू. डी; आणि इतर, 'फेनॉलिक रिफायनरी वेस्ट्स ट्रीटमेंट, पायलट फिल्टर स्टडीज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ७, ८६२ (जुलै १९५४)

१२५ शेरवुड, पी. डब्ल्यू., 'मॉडर्न अमेरिकन मेथड्स ऑफ ॲसिड स्लज डिस्पोजल,' पेट्रोलियम, १८, ६, २२४ (जून १९५५)

१२६ सिनार्ड, आर. जी; आणि इतर, 'इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक डिटर्मिनेशन ऑफ ऑईल अँड फेनॉल्स इन वॉटर,' ॲनॅलिटिकल केमिस्ट्री, २३, १०, १३८४-१३८७ (आक्टोबर १९५१)

१२७ स्टॉमेंट, डी. एछ; 'एअर फ्लोटेशन यूज्ड टू सेपरेट ऑईल ॲट रिच्फील्ड्स न्यू वेस्ट वॉटर प्लँट,' ऑईल अँड गॅस जर्नल, ५४ (नोव्हेंबर १९५६)

१२८ स्ट्रॉंग, ई. आर; आणि आर. हॅट्फील्ड, 'पेट्रोकेमिकल वेस्ट्स, ट्रीटमेंट हाय-रेट ॲक्टिव्हेटेड स्लज, पायलट स्टडीज,' स्युवेज अ‍ॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ८, १०५७ (ऑगस्ट १९५४)

१२९ सक्स, जी. एल; 'सोल्यूबल ऑईल अँड इंडस्ट्रियल क्लीनिंग वेस्ट ट्रीटमेंट,' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५४) पा. ४७७

१३० 'सल्फ्युरिक ॲसिड रिकव्हरी फ्रॉम रिफायनरी स्लज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १३, ५, १०१० (सप्टेंबर १९४१)

१३१ स्बार्दाऊट, झेड; 'इज दि रिफायनरी ए स्टिकर ऑफ ए बून?,' मायामी न्यूज (जूलै १२, १९५५)

१३२ 'सिंपोझियम ऑफ पेपर ऑन ऑईल रिफायनरी वेस्ट्स,' ओक्लाहोमा औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, आक्टोबर १९५५; ओक्लाहोमा प्रयोग केंद्र, प्रकाशन ९७ खंड २३, क्र. १, (डिसेंबर १९५५)

१३३ 'सिंपोझियम ऑफ नाईन टेक्निकल पेपर्स ऑन वेस्ट डिस्पोजल इन दी पेट्रोलियम इंडस्ट्री,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४६, २, २८३–३३३ (फेब्रुवारी १९५४)

१३४ सिल्व्हेस्टर, आर. ओ; आणि इतर, 'ए स्टडी ऑफ प्री–ऑपरेशनल एन्व्हायरनमेन्ट इन दि व्हिसिनिटी ऑफ ए न्यू ऑईल रिफायनरी,' ११ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५६)

१३५ टर्नबुल, एछ; आणि इतर, 'टॉक्सिसिटी ऑफ रिफायनरी वेस्ट्स टू फ्रेश वॉटर फिश,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ८, १०५७ (ऑगस्ट १९५४)

१३६ उम्बॅक, आर. डी; 'हाऊ वन रिफायनरी ईज हॅंडलिंग इट्स वेस्ट ट्रीटमेंट प्रॉब्लेम,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५६)

१३७ रॅंब्लेक, ई. आर; 'ॲज इव्हॅल्युएशन ऑफ सर्क्यूलर ग्रॅव्हिटीटाईप सेपरेटर्स अँड डिझॉल्व्हड–एअर फ्लोटेशन फॉर ट्रेडिंग ऑईल रिफायनरी वेस्ट वॉटर,' १२ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५७)

१३८ वॉकर, डी. जे; 'ट्रीटमेंट फॉर डिस्पोजल ऑफ स्पेट अँड कॉंटॅमिनेटेड सोल्यूबल ऑईल मिक्श्चर्स,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९)

१३९ वेस्टन, आर. एफ., 'सेपरेशन ऑफ ऑईल रिफायनरी वेस्ट वॉटर्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४२, ४, ६०७ (एप्रिल १९५०)

१४० वेस्टन, आर. एफ; 'वेस्ट डिस्पोजल अँड युटिलायझेशन प्रॉब्लेम्स ऑफ दि पेट्रोलियम इंडस्ट्री,' १ ल्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४४) पान ९८

१४१ वेस्टन, आर. एफ; 'वेस्ट डिस्पोजल अँड युटिलायझेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, ४, ७६३ (जूलै १९४६)

१४२ वेस्टन, आर. एफ; आणि डब्ल्यू. बी. हार्ट, 'पोल्यूशन अबेटमेंट प्रॉब्लेम्स ऑफ दि पेट्रोलियम इंडस्ट्री,' वॉटर वर्क्स अँड स्युवरेज, ८८, ५, २०८ (मे १९४१)

१४३ वेस्टन, आर. एफ; आणि आर. जी. मर्मन, 'केमिकल फ्लॉक्यूलेशन ऑफ रिफायनरी वेस्ट,' बिल्डर्स आयर्न फौंड्री इंडस्ट्रीजने मे १९५४ मध्ये पेट्रोल इंजनिअर वरून पुनर्मुद्रण केले

१४४ वेस्टन, आर. एफ; आर. जी. मर्मन आणि जे. जी. डेमॅन, 'कोॲग्युलेशन ऑफ रिफायनरी वेस्ट्स बाय ट्विन पायलट प्लँट यूनिट्स,' ४ थ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (सप्टेंबर १९४८) पान २९०

१४५ वेस्टन, आर. एफ; आणि इतर, 'कोॲग्युलेशन ऑफ रिफायनरी वेस्ट्स बाय ट्विन पायलट प्लँट युनिट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३,१, १२१ (जानेवारी १९५१)

१४६ वुइलियम्स, जे. टी; 'मेथड्स ॲडॉप्टेड बाय इंपीरियल ऑईल लि., टू प्रिव्हेंट फेनॉल काँटॅमिनेशन ऑफ दि सेंट क्लेअर रिव्हर इन दि इव्हेंट ऑफ ॲन ॲक्सिडंट,' २ रे ओंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५६) पान ११०-११६

१४७ वुइलियम्सन, ए. ई; 'लँड डिस्पोजल ऑफ रिफायनरी वेस्ट्स,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५८)

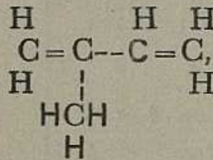
१४८ राईट, ई. आर., 'सेकंडरी पेट्रोकेमिल प्रोसेस ॲज वेस्ट सोर्स,' स्युवेज ॲन्ड इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ५, ५७४ (मे १९५९)

१४९ झिएन, जे. टी., 'रिडक्शन अँड कंट्रोल ऑफ वेस्ट्स इन ए न्यू रिफायनरी,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यु विश्वविद्यालय, (मे १९५५)

२३-१६. रबर कामातील अपशिष्टांचा उद्भव –

रबर हा एकच पदार्थ नसून अनेक पदार्थांपासून बनलेला असतो. रबराचे खालील मुख्य प्रकार आहेत १) नैसर्गिक रबर, झुडपातील रसा (लॅटेक्स) चे किलाटन होऊन तयार होणारी रबरासारखी द्रव्ये, २) ब्युटॅडीन व स्टायरीन (GR–S) अथवा आयसोप्रीत व अल्पप्रमाणात आयसोब्युटिलीन (CR – 1) सह, तेलास प्रतिरोध न करणाऱ्या रबरांच्या आणि निऑनीन प्रकारच्या तेले प्रतिरोधक रबरांच्या (क्लोरो-प्रीनचे बहुलक (polymers), करता ब्युटेडीन (GR-1) च्या सहबहुलीकरणाने तयार केलेले संश्लेषी रबर., ३) निरुपयोगी रबरी जिन्नस आणि विनिर्मिती–प्रक्रियातील अव-

शेषांचे मिश्रण, मोडीतले (scrap) रबर, ४) तापसूनम्य (thermoplastic) व ताप-स्थापित (thermosetling) अशा दोन्ही प्रकारांची ताठर नसलेली रबरासारखी प्लॅस्टिक्स, त्यात प्लॅस्टिकच्या ग:'चाही समावेश असतो. शर्करा, रेझीन, आणि प्रथीन हे घटक असलेले दुधाळ कलील पायसाच्या स्वरूपात रबर लॅटेक्स, रबराचे तयार पदार्थ बनविणाऱ्यांना सामान्यतः वाटण्यात येते. उत्पत्ति स्थानाप्रमाणे रबराची बनावट व्यापक प्रमाणात बदलते परंतु त्यातील उपयुक्त घटक रबर हा हायड्रोकार्बंत असतो व तो बागांतील रबरात ९० टक्के असतो. रबराच्या रेणू (molecule) तील एकक संरचन गट $(C_5H_8)_n$ हा असतो असे आता सर्वमान्य झाले आहे व त्याचा विन्यास (configuration) असा असतो,



म्हणजेच २ मेथील ब्युटेडीन १, ३ असतो व तो आयसोप्रीत या नावांने सामान्यपणे ओळखला जातो.

साहजीकच रबराचे सर्वात महत्वाचे गुणधर्म, त्याचा उच्च प्रत्यास्थता गुणांक modnlus of elasticity) त्याची एकत्रित शक्ति, नम्यता (flexibility) आणि लवचिकता (resiliener) हे आहेत.

रबराच्या उत्पादनातील अपशिष्टांत उच्च BOD, चव आणि गंध असतो, त्यात निर्माण होणाऱ्या समस्या वेगवेगळया प्रकारच्या असतात व त्या संयंत्राची जागा, वापरलेला कच्चा माल, आणि अनेक मधल्या उत्पादित पदार्थांवर, अवलंबून असतात. रबर तयार करण्यातील अपशिष्टांचे खालील चार सामान्य वर्गांत विभाजन करता येते. १) पोलाद पदार्थ अपशिष्टे २) रबरी जिनसातील अपशिष्टे, ३) पुनःप्रापणित रबरातील अपशिष्टे आणि ४) संश्लेषी रबरातील अपशिष्टे

ह्या वर्गीकरणाचा खुलासा करण्याकरता जी कंपनी रबरी पदार्थ बनविले तीच कंपनी अनेक वेळा चाकांच्या करता लोखंडी धावा, यांत्रिकी रबरी मालाकरता धातूंचे भाग, पेयाकरता गंजरहित पोलादी अस्तराची भांडी, इत्यादी वस्तूही बनविते, ही गोष्ट लक्षात घ्यावी लागेल. परिणामी ह्या रबरातील अपशिष्टांत, जस्त व पितळी मुलामाकामातील अपशिष्टे आणि इतर धातूंच्या उत्पादनांतील अपशिष्टांचा समावेश असू शकतो.

कोष्टक २३–२८

पुनःप्रापणित आणि संश्लेषित रबरातील अपशिष्टांचे गुणधर्म (३८)

गुणधर्म	पुनःप्रापणित रबर	संश्लेषित रबर
एकूण घनपदार्थ, ppm	१६८००-६३४००	१९००-९६००
तरंगते घनपदार्थ, ppm	१०००–२४०००	६०–२७००
उपयुक्त ऑक्सीजन, ppm	३६००–१३९००	७५-४५००
BOD, ppm	३५००–१२५००	२५–१६००
क्लोराइडे, ppm	१३०–२०००	९०–३३००
हायड्रॉक्साईड क्षारता, ppm	०–२७००	
pH	१०.९–१२.२	३.२–७.९

कोष्टक २३-२९

संश्लेषी-रबर उद्योगातील नमुनेदार अपशिष्टांचे विश्लेषण (ब्लॅक प्रमाणे (६))

संबंधित संयंत्र क्षेत्र	रोजचा सरासरी प्रस्राव. द. ल. गॅ./दि.	pH	एकूण घनपदार्थ, ppm	तरंगते घनपदार्थ, ppm	५-दिवस BOD, ppm	गंध संकेंद्रण
१) ब्युटॅडीन अपशिष्ट	१.९०	२.८	३००	२७.६	२५५०	१६१००
२) स्टियरीन अपशिष्ट	४.६२	६.२	१५०	४५	१८०	६९०
सहबहुलक संयंत्र						
३) प्रक्रिया अपशिष्ट	२.३४	४.३	५५८०	१२.३	६९	६२
४) पुनःप्रापण व विक्रियक	०.३९	८.०	५७०	२३६	४९२	८७६०
५) मुख्य मलवाहिती *	२.६३	७.०	६५३०	४६.०	१६८	९३०
६) मुख्य निकास, संस्था†	११९.४०	५.४	२७०	१५.५	८१	४६०

* ३) आणि ४) च्या मिश्रणाचे स्वरूप दाखवते

† १), २), आणि ५) यांचे मिश्रण अधिक संघनक जलाच्या मोठाल्या राशीचे स्वरूप दाखवते

रबरी वस्तू बनविण्यात धावन, संयोजन (compounding) आणि मुरवण या प्रक्रियांचा मुख्यतः अंतर्भाव होत असून त्यानंतर सर्व प्रकारचे रबरी पदार्थ प्रत्यक्षात तयार करण्यात येतात. बाहेर पडलेल्या अशुद्ध द्रवयुक्त कच्च्या रबराच्या अपशिष्टात धावन जलाच्या मोठ्या राशी असतात.

जुन्या रबराचे तुकडे करून आणि जेथें लोहचुंबकाच्या खालून नेल्यामुळे धातूचे तुकडे काढून टाकले जातात अशा फिरत्या पट्ट्यावरून प्रस्त्रावित्त करून जुन्या रबराचे पुनःप्रापण साध्य केले जाते. धातुरहित पिष्टवय रबर व धागे यांच्यावर उच्च तपमानात अनेक तास दाहक उपचार लागू करण्यात येतात. त्यामुळे धाग्यांचा नाश होतो व रबर खुले होते. नंतर पुनःस्थापित रबर धुवून. पुसून, सुकवून, दळून आणि गाळून त्याचे पुनरुपयोगाकरता परिष्करण करण्यात येते.

कोष्टक २३–३०

तीन संयंत्रातील एकत्रित परिचालनातील अपशिष्टे: ब्युटॅडीन, RG–1 आणि RD–S (३४)

गुणधर्म	मूल्य अगर सकेंद्रण
pH	७.६
तेल, ppm	९
तरंगते घनपदार्थ, ppm	७९
BOD, ppm	७८
विलीन ऑक्सिजन, ppm	२.०
प्रवाह, द. मि. स. गॅलन	२०००

ज्या प्रक्रियेत ब्युटॅडीन, स्टायरीन, अथवा ॲक्रिलोनायट्राईल सारखे एकलक (monomer) उत्प्रेरकाबरोबर साबणाच्या द्रावणात संश्लेषी आक्षीर (latex) तयार करण्याकरता मिसळ-ण्यात येते, अशा प्रक्रियेतून संश्लिष्ट रबराचा विकास झाला आहे. नंतर अम्ल-लवण-जल-द्रावणात अथवा तुरटी घालून आक्षीराचे किलाटन करण्यात येते आणि तदनंतर आक्षीर धुवून व सुकवून त्याच्या गाठी बांधण्यात येतात. संश्लेषी रबराच्या संयंत्रातील अपशिष्ट निसटून जाणारे काही किलाटनित रबर अधिक अम्ल व लवण द्रवाचे आणि प्रसंगवशात योग्य प्रकारे बहुलीकरण न होण्याऱ्या द्रव्यांच्या गटाचे बनलेले असते.

कोष्टक २३-३१

तीन संयंत्रातील एकत्र परिचालनातील अपशिष्टेः ब्युटॅडीन, स्टायरीन आणि GR-S (३४)

गुणधर्म	मूल्य अगर संकेंद्रण
pH	८.६
तेल, ppm	१८
अवस्थापनीय घनपदार्थ, मि. लि./लिटर	१.४
गंधसीमा	१६
प्रवाह, द. मि. स. गॅलन	
स्टायरीन संयंत्र	१९०
GR-S संयंत्र	७३५
ब्युटॅडीन संयंत्र	११२०
एकूण	२०४५

कोष्टक २३-३२

ब्युटॅडीन व स्टायरीन अपशिष्टांवरील फवारी वातनाचा परिणाम व त्यांचे तनुकरण (६)

द्रव्य आणि वापरलेले संकेंद्रण, %	उपचारणाचे तपमान °C	गंध संकेंद्रण		
		प्रारंभीक	बुडबुड्यांच्या वातनानंतर	फवारणीं वातनानंतर
ब्युटॅडीन अपशिष्ट				
१००	२४	१२००	१००	२५०
४*	२५.५	६४		१६
४*	५०	६४		१६
४	५०	१६		८
४	५०	८	१	८
२	२४	३२		८
१	५०	२	कांही नाही	२
१	२४	४		४
१	५०	८		४
१*	५०	१६		८
१*	२४	१६		८
०.५	२४	८		४
स्टायरीन अपशिष्ट				
१००	२४	६००	५००	६००
४	२४	६४	४	१६
१	२४	१६		४
०.५	५०	८		४

* उपचाराचे तपमान वगळता दुहेरी

२३-१७. रबरकामातील अपशिष्टांचे गुणधर्म -

पुनः प्राप्त केलेल्या आणि संश्लिष्ट रबराच्या अपशिष्टांचे कांही स्वास्थ्यविषयक गुणधर्म (schatze) (३८) ने (को. २३-२८) सादर केले आहेत.

ब्लॅक (६) आणि रॉस्टेन बँच (३४) यानी रबर अपशिष्टांची अन्य नमुनेदार विश्लेषणे (को. २३-२९, २३-३० व २३-३१) मध्ये केली आहेत. त्या कोष्टकांच्या अभ्यासावरून असे दिसून येते कीं, रबर-अपशिष्टातील उच्च BOD आणि दुर्गंधियुक्त गुणधर्मामुळे ती उच्च प्रमाणात आक्षेपार्ह ठरली आहेत. सांद्रण अगदी कमी असतानासुद्धा दुर्गंधी येऊ शकते आणि रबरकामाच्या संयंत्रापासूव अनुप्रवाही दिशेने शेकडो मैलापर्यंत पिण्यालायख नसलेले पाणी निर्माण होते.

२३-१८. रबरकामातील अपशिष्टांवरील उपचार -

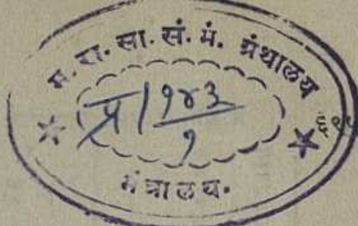
सध्या अमलात येत असलेल्या सर्वात सामान्य उपचारण-पद्धती, वातन, क्लोरिनीकरण, सल्फोनीकरण, आणि जैवी उपचारण, आहे. अन्य वापरण्यात येणाऱ्या पद्धतींत किलाटन, ओझोनीकरण, आणि उत्प्रेरित कार्बनचा उपचार यांचा समावेश होतो.

द. चौ. इं. स १० पौंड दाबाखाली रबराच्या अपशिष्टांवर फवारा मारून मिळविलेल्या वातनाचे परिणाम ब्लॅकने (६) (को. २३-३२) सादर केले आहेत. जेव्हा तो दाब द. चौ. इं. स १० पौंडापेक्षा जास्त वाढविला तेव्हा कार्यक्षमतेत सुधारणा झाली. निर्वात-वायु वातनापेक्षा फवारणी वातनाचा परिणाम कमी होतो आणि या दोन्हीही पद्धती ब्युटॅडीन अपशिष्टांच्यापेक्षा स्टायरीन अपशिष्टांवर कमी प्रभावी ठरल्या. रबर-अपशिष्टांतील फेनॉलिक घटक कमी करण्यासाठी क्लोरिनीकरणाचा वापर करण्यात आला. (६, ३९), आणि स्टायरीन अपशिष्टांचे साबणीकरण (sulfonation) करून जर प्रक्रियेकरता पुरेसा वेळ दिला तर ते अपशिष्ट जवळजवळ दुर्गंधिहीन होते. (६) (को. २३-३३). वातन, क्लोरिनीकरण व साबणीकरण मुख्यतः त्यांच्या दुर्गंधिनाशक क्षमतेमुळे मौल्यवान ठरतात; त्यांच्या तुलनेने रबर अपशिष्टावर जैवी उपचार करण्याच्या पद्धतीत BOD चे जास्तीत जास्त अपचयन होते (को. २३-३४ आणि २३-३५). असे असले तरी नायट्रोजन आणि फॉस्फरस मिळवणे वा एकास तीन या प्रमाणात घरगुती वाहित-मलाशी मिश्रण करणे हे रबर-अपशिष्टांवर कार्यक्षम जैवी उपचाराकरता आवश्यक असते.

कोष्टक २३-३३

ब्युटॅडीन व स्टायरीनच्या अपशिष्टांवर Na_2SO_3 आणि Na_2S चे उपचार केल्यानंतर दाखविलेल्या कालात प्राप्त झालेली गंध–संकेद्रणे (६)

उपचार केले ते दिवस	Na_2SO_3 चे उपचार			Na_2S चे उपचार		
	१०० ppm	२५० ppm	५०० ppm	१०० ppm	२५० ppm	५०० ppm
ब्यूटॅडिन अपशिष्टः + मूळचा गंध ४१००						
१	४१००	४१००	४१००	४१००	४१००	४१००
३	४१००	४१००	४१००	८२००	८२००	८२००
४	४१००	४१००	४१००	४१००	८२००	८२००
५	४१००	४१००	४१००	४१००	४१००	४१००
६	४१००	४१००	४१००	४१००	४१००	४१००
७	४१००	४१००	४१००	४१००	४१००	४१००
१०	१०००	२०००	२०००	४१००	४१००	४१००
१३	५००	१०००	१०००	२०००	२०००	२०००
१७	२५०	२५०	३५०	५००	५००	५००
स्टायरीन अपशिष्टः मूळचा गंध १०००						
१	१२८	६४	६४	६५	६	१२८
२	६४	३२	३२	३२	३२	६४
३	३२	३२	३२	३२	३२	३२
५	१६	१६	१६	८	१६	३२
६	१६	१६	१६	८	८	१६
७	८	१६	१६	८	८	८
८	४	१६	८	४	४	८
९	४	८	८	४	४	४



कोष्टक २३–३४

प्रायोगिक ठिबकणाऱ्या निस्यंदकाचा वापर करून संमिश्र रबर अपशिष्टावरील उपचारण (ब्लॅकप्रमाणे (६))

निस्यंदकावरील संभरण	एकूण काल तास	एकूण प्रयुक्त राशी		pH		५–दिवस, BOD		निष्कासित BOD,%
		लिटर्स	द.ल. गॅ दि	अंत: स्त्राव	बहि: स्त्राव	अंत:स्त्रा व ppm	बहि:स्त्रा व ppm	
५०% संमिश्र अपशिष्ट व ५% वाहितमल	०	०	०	६.३		३४०		
	१६.५	१४.०	१.४९	६.९	७.८	३४०.५	२५.३	९२.६
	२०.०	१६.०	१.०१	६.९	७.७	४०४	१८.२	९५.५
	२३.०	१८.०	१.१६	६ ९	७.८	३९८	३९.६	९०.१
	३९.५	४२.०	२.५६	६.७	७.९	३५९	३५.२	९०.२
	४२.५	४३ ०	०.५९	६ ९	७.८	२५२	२८.८	८८.६
	४५.५	४४.०	०.५९	६.९	७.७	४३६	४६.२	८९.४
	६८.०	५८.०	१.१०	६.९	७.७	१९५	३२.५	८३.३
	७२.०	६०.०	०.८८		७.७	२३०	१९.३	९१ ६
फक्त ताजा वाहितमल	२४		१.०	७.४	७.५	२९२	२०५.५	२९ ६
	४८		१.०	७.७	७.५	१८९	२६.९	८५.८
	२७		१.०	७.७	७.६	२६३*	३४.५	८६.९
संमिश्र रबर–अपशिष्टाचे १०० टक्के उदासीनकरण	२			७.३	७.९	३२८	७२	७८.०
	५			७.२	७.९	३९२	३५	९१.१
	७	४	१.०१	७.३	८.४	३८५	७१.२	७८.९
	२४	१५	०.८१	७.४	८.३	४४५	३५	९२.१
	३१	१८	०.९९	७ ४	८.४	४८४	४३.८	९१.०

* ४ – दिवस BOD

कोष्टक २३–३५

उत्प्रेरित अवमलात ब्युटॅडिन व स्टायरीन अपशिष्टे मिसळण्याचा परिणाम (ब्लॅकप्रमाणे (१))

अपशिष्टांचे संकेंद्रण, %	संभरण	प्रारंभिक			४–तास बहिस्त्राव		२४ तास बहिस्त्राव	
		pH	तरगते घन-पदार्थ, ppm	BOD, ppm	BOD, ppm	अपचमन %	BOD, ppm	अपचमन %
१	२	३	४	५	६	७	८	९
३.०	(कंट्रोल) नियत्रण	७ ७	२६३६	३२० ०	२७.२	९२	१०.७	९६
उदासीन केलेले अपशिष्ट	ब्यूटॅडीन	७ ७	२१९६	३७१.१	४०.३	९१	१३.६	९६
	स्टायरीन	७.७	२२४४	३१० ०	४७ ४	८५	१२.२	९६
६.०	C कंट्रोल	७ ५	२१७६	१६७.२	५०.८	७०	१२ ९	९२
उदासीन केलेले अपशिष्ट	B	७.७	२१२८	४०५.३	५३.१	८१	१२.४	९५
	S	७ ४	२१७६	१६१.३	६९.१	५७	९.५	९४
१२.०	C	७.१	१८२८	१८५.३	५९.२	६८	१३.१	९३
उदासीन केलेले अपशिष्ट	B	७.७	२१२८	४०५.३	१३१.४	६७	२०.०	९५
	S	७ १	१९४०	१६८.४	९५.६	४३	८.८	९५
२४.०	C	७.१	१७१२	१६७.४	५३ ५	६८	१७.८	८९
उदासीन केलेले अपशिष्ट	B	७.७	२०८०	६७४ ७	४१२.५	३९	५३.८	९२
	S	७.३	१६६८	१८७.१	१४६.८	२२	१५.६	९२
०.०	C	७.७	१७२०	३०१.७	१०८ १	६४	६.७	९८
नमुना आणि ताजानिस्यंदित वाहितमल	B	८ ५	२३८४	३०७ ६	७२ ८	७६	९.५	९७
	S	७.७	१६७२	३०१.२	९१ ९	७०	६.३	९८

०.० नमुना आणि ताजा निस्यंहित वाहितमल	C	७.५	१६९६	१५१.७	६९.५	५४	११.८	९२
	B	८४	२३१६	१५२.६	७८.४	४९	६.७	९६
	S	७.५	१७४८	१५१.५	९३.८	३८	७.५	९५
३.० उदासीन न केलेले अपशिष्ट	C	७ ३	१६४४	१८९.३	४५.०	७६	१५.५	९२
	B	६.६	२३२०	२५९.२	२६.७	९०	५.७	९८
	S	१०.१	१७१६	१९५.१	४४.६	७७	११.२	९४
६.० उदासीन न केलेले अपशिष्ट	C	६.९	१४९२	७१.२	२७.९	६१	२५.३	६५
	B	४.७	२२४४	२२०.६	२९.७	८६	११.२	९५
	S	६.७	१५७६	९३.८	३५ ०	३७	१९.२	८३

संदर्भ – रबर कामातील अपशिष्टे –

१ अॅडॅम्स, सी. डी., 'कंट्रोल ऑफ टेस्ट अॅड ओडर फ्रॉम इंडस्ट्रियल वेस्ट्स,' जर्नल–अमेरिकन जल कार्यालय संस्था, ३८, ६, ७०२–७१२ (जून १९४६)

२ 'अमेरिकन सोसायटी टेस्टिंग मटीरियल्स स्टॅंडर्डस ऑन रबर प्रॉडक्ट्स,' अमेरिकन संस्थेची द्रव्य तपासणी समिती, फिलाडेल्फिया, पा. (१९४४) पान ४२४

३ बॅरन, एछ., मॉडर्न सिथेटिक रबर, २ री आवृति, लंडन: हचिन्सन सायंटिफिक पब्लिकेशन्स. (१९४४)

४ बॅरन, एछ., मॉडर्न सिथेटिक रबर, ३ री आवृत्ति, लंडन, चॅपमन अॅंड हॉल, १९४५ पान ६३६

५ बॅरन, एछ., मॉडर्न रबर केमिस्ट्री, लंडन, हचिन्सन सायंटिफिक पब्लिकेशन्स, १९४८)

६ ब्लॅक, ओ. आर., 'स्टडी ऑफ वेस्ट्स फ्रॉम सिथेटिक रबर इंडस्ट्री,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, १८, ६, ११६९–११८१ (नोव्हेंबर १९४६)

७ ब्रिजवॉटर, ई आर., 'निओप्रीन अॅज ए कन्स्ट्रक्शन मटेरियल फॉर दी केमिकल इंडस्ट्री,' अमेरिकन रासायनिक अभियंत्यांच्या संस्थेचा कारभार (transactions) ३५ १९३९ पान ४३५–४४६

८ बुशी, आर. जे., 'इकॉनॉमिक्स इन स्युवेज ट्रीटमेंट कन्स्ट्रक्शन,' अमेरिकन सिटी, ६९, ४, ८३–८४ (एप्रिल १९५४)

९ कॅटन, एन. एल., दि निओप्रीन्स, विलिमग्टन, डेल. ई. आय. ड्यू पॉंट ड नेमूर्स अॅंड कं., (१९५३) पान २४६

१० कॉक्स, जे. टी., 'रबर इन १९५४,' केमिकल अॅंड इंजनिअरिंग न्यूज, ३३, २ १०७–१०८ (जानेवारी १९५५)

११ डेव्हिस, सी. सी.: आणि जे. टी. ब्लेक, केमिस्ट्री अॅंड टेक्नॉलजी ऑफ रबर, न्यू यॉर्क: राइन्होल्ड पब्लिशिंग कार्पो. (१९३७)

१२ डगन, एल. डी., आणि जे. सी· बेल, 'सिथेटिक रबर वेस्ट डिस्पोजल,' म्युनिसिपल युटिलिटीज, ८८, ९, ६२–६५, ९७-९९ (सप्टेंबर १९५०)

१३ डगन, एल. डी., आणि जे. सी. बेल, 'सिथेटिक रबर वेस्ट डिस्पोजल,' इंजनिअरिंग अॅंड कॉंट्रक्ट रेकॉर्ड, ६२, १२, ६७, ६८, ७०, ७२, ७४, ७५ (डिसेंबर १९५०)

१४ डगन, एल. डी, आणि जे. सी. बेल, 'वेस्ट डिस्पोजल ॲट सिंथेटिक रबर प्लँट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, २, १८१–१८७ (फेब्रुवारी १९५१)

१५ ड्रेकेली, टी जे. संपादक, रबर तंत्रविधेच्या प्रगतीचा वार्षिक अहवाल, १८ वा खंड, केंब्रित, इंग्लंड: डब्ल्यू. हेफर अँड लि.

१६ फायजर, एल. एफ, ऑर्गॅनिक केमिस्ट्री, ३ री आवृत्ति न्यूयॉर्क: डी. सी. हीथ, कं., आणि रिन्होल्ड पब्लिशिंग कं. (१९५६) पान ३२२–३४३

१७ फायरस्टोन, एछ एस. ज्यु, 'दि रोमान्स अँड ड्रामा ऑफ दि रबर इंडस्ट्री,' फायर स्टोन टायर अँड रबर कं., १३५, आणि 'रबर, इट्स हिस्टरी अँड डेव्हलपमेंट,' (१९२२)

१८ 'फर्स्ट कमर्शिअल फेनॉल डिस्ट्रक्शन युनिट,' इंजनिअरिंग न्यूज रेकॉर्ड, १४८, २, ३०–३१ (जानेवारी १९५२)

१९ फोन्टाना, एम. जी., 'रिव्हयू ऑफ सिंथेटिक रबर अँड प्लॅस्टिक्स ॲज मटीलियल्स ऑफ कन्स्ट्रक्शन इन दि केमिकल इंडस्ट्री,' रासायनिक अभियंत्यांच्या अमेरिकन संस्थेचा कार–भार, ४२ (१९४६) पान ३५९-३७७

२० 'हँडबुक ऑफ मोल्डेंड अँड एक्स्ट्रयूडेड रबर, १ ली आवृत्ति, ओहायओ: दि गुड–इयर रबर कं., इन्कॉ. (१९४९) पान १४०

२१ हॉजर, ई. ए., 'लॅटेक्स,' दि केमिकल कॅटलॉग, न्यू यॉर्क, (१९३०) पान २०५

२२ हेब्बार्ड, जे. एम., 'रबर इंडस्ट्री,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३९, ५, ५८९ (मे १९४७)

२३ हेब्बार्ड, जे. एम., 'सिथेंटिक रबर वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ५, ९५१ (सप्टेंबर १९४७)

२४ जोन्स, एस. ए., 'हिस्टॉरिकल रिव्हयू ऑफ सिंथेटिक रबर्स,' केमिस्ट्री अँड इंडस्ट्री लंडन (मार्च १९५४) पान ३४३

२५ केशेन, ए. ए., 'सॉलिड रबर वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ४, १, १४ (जानेवारी फेब्रुवारी १९५९)

२६ मार्शिओना, एफ., ब्युटॅलॅस्टिक पॉलीमर्स, न्यूयॉर्क: रिनहोल्ड पब्लिशिंग कॉर्पो., (१९४६) पान ११

२७ मार्टिन, ए. ए., आणि आर. ई. रॉस्टेनबॅच, 'इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट अँड डिस्पो–जल,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४५, १२, ९, २६, ८० (डिसेंबर १९५३)

२८ मीक्स, आर सी. डब्ल्यू., आणि डब्ल्यू. सी. वेक (संपादक), रबर टेक्नॉलजी लंडन: बटरवर्थ्स सायंटिफिक पब्लिकेशन, (१९५०)

२९ मेम्लर, के. (एडिटर), दि सायन्स ऑफ रबर न्यूयॉर्क: रिन्होल्ड पब्लिशिंग कार्पो; (१९३४) पान ७७०

३० मिल्स, आर. ई., 'प्रोग्रेस रिपोर्ट ऑन दि बायो–ऑक्सिडेशन ऑफ फेनॉलिक आणि २, ४-D वेस्ट वॉटर्स,' ४ थ्या ओंटेरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, (जून १९५७) पान ३०–४३

३१ निकोलय, ए. एल , डब्ल्यू. डब्ल्यू. एकेन्फेल्डर, आणि डी. जी. गार्डनर,' एफ्ल्युअंट ट्रीटमेंट स्टडी फॉर ए रबर रिसर्च लॅब,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ४, १३६ (मार्च–एप्रिल १९५६)

३२ नोबल, बी. जे., 'लॅटेक्स इन इंडस्ट्री,' रबर एज, २ री आवृत्ती न्यू यॉर्क: (१९५३), पान ९१२

३३ ऑर्गॅनिक केमिस्ट्री, खंड ४ था, न्यूयॉर्क: जॉन वायली अँड सन्स, इन्कॉ., (१९५३) पान ७१७–७२२

३४ रॉस्टेन्बॅच, आर. ई., 'स्टेटस रिपोर्ट ऑम सिथेंटिक रबर वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ९, ११३८–११४३ (सप्टेंबर १९५२)

३५ 'रबर,' इन्फर्मेशन प्लीज अलमनॅक, न्यूयॉर्क: मॅक्मिलन कं. (१९५६) पान ७०८

३६ रबर टेक्नॉलजी, न्यूयॉर्क: अॅकॅडेमिक प्रेस, (१९५१)

३७ Ruchhoft, सी. सी , आणि इतर, 'सिंथेटिक रबर वेस्ट डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, १, १८० (जानेवारी १९४८)

३८ Schatz:, टी. सी., 'इफेक्ट ऑफ रबर वेस्ट्स ऑन स्युवेज ट्रीटमेंट प्रोसेसेस,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, १७, ३, ४९७ (मे १९४५)

३९ Sechrist, डब्ल्यू. डी., आणि एन. एस. चेंबर्लिन, 'क्लोरिनेशन ऑफ फेनॉल–बेअरिंग रबर वेस्ट्स,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९५१) पान ३९६–४१२

४० स्टर्न, एछ. जे., प्रॅक्टिकल लॅटेक्स वर्क, २ री आवृत्ति, लंडन, ब्लॅकफायर्स प्रेस, लि., (१९४७)

४१ स्टीव्हन्स, एछ. पी., आणि डब्ल्यू. एछ. स्टिअर्न्स, रबर लॅटेक्स ४ थी आवृत्ति, लंडन: रबर ग्रोअर्स असोसिएशन, इकॉ., (१९३६) पान २२४

४२ 'सिंपोझियम ऑन दि अॅप्लिकेशन ऑफ सिंथेटिक वर्क्स,' अमेरिकन सोसायटी टेस्टिंग मटीरिअल्स कमेटी, फिलाडेल्फिया, पा. (१९४४) पान १३४

४३ टॅलॅले, ए; सिथेटिक रबर फ्रॉम अल्कोहोल, न्यूयॉर्क: इंटरसायन्स पब्लिशर्स इकॉ; (१९४५) पान २९८

४४ दि व्हॅंडरबिल्ट लॅटेक्स हॅंडबुक, न्यूयॉर्क: व्हॅंडरबिल्ट कं., इंकॉ; (१९५४), पान ३३३

४५ Wertheim, ई; टॅक्स्टबुक ऑफ ऑर्गॅनिक केमिस्ट्री, ३ री आवृत्ति, न्यू यॉर्क. ब्लॅकिस्टन कं. (१९५१) पान ७०, ६९५-७००

४६ व्हॅली, एम. ई; ॲब्स्ट्रॅक्ट्स ऑन सिंथेटिक रबर, २ रा खंड, ओटावा: (१९४३) पान २००, ३६२

४७ विल्सन, सी. एम., ट्रीज ॲंड टेस्टट्यूब्स, न्यूयॉर्क: हेन्री होल्ट आणि कं. (१९४३) पान ३५२

४८ 'वर्ल्ड रबर आऊटपुट,' केमिस्ट्री ॲंड इंडस्ट्री (एप्रिल १९५४) पान ४६६

२३-१९. कांच-उद्योगातील अपशिष्टे-

प्रकाशीय (optic) कांच तयार करताना झिलाई देण्यात येते. त्यावेळी प्रक्षालक, झिलाईच्या प्रक्रियेतील सूक्ष्म-विभाजित लोहकण, आणि ज्यातील अनेक कण सूक्ष्मदर्शीय आकाराचे असतात अशी बऱ्याच मोठ्या प्रमाणात कांच याचा समावेश असलेली अपशिष्टें निर्माण होतात. खालील गुणधर्म असलेला कांहीसा पायसासारखा (quasi - emulsion) द्रव, ह्या द्रव्यांतून तयार होतो. १) विटकरीलाल ते शेंद्री रंगापर्यंत रंग, २) अल्प BOD, ३) क्षारीय विक्रिया, ४) अवस्थापन न होणाऱ्या प्रकारचे घनपदार्थ, ५) अम्ल भंजनाला (cracking) प्रतिरोध, आणि ६) तुरटीच्या किलाटनाला प्रतिरोध

मॅक्कार्दी (२) ने असे दाखविले आहे कीं, कॅल्शियम क्लोराईडच्या किलाटनाने, त्याने जेव्हा २५० ppm $CaCl_2$ वापरला तेव्हा, स्वच्छ अधिद्रव निर्माण झाला. या पद्धतीने १०८० ppm पासून ३ ppm पर्यंत एकूण घनपदांत घट झाली, BOD त ४० पासून २८ ppm पर्यन्त आणि रंगात ९०० पासून ३५ ppm पर्यंत घट झाली. अन्य कोणच्याही किलाटकामुळे असे तुलनीय परिणाम निष्पन्न झाले नाहीत.

संदर्भ : कांच कामाच्या उद्योगातील अपशिष्टे –

१ अणुकेंद्रीय अभियांत्रिकी आणि विद्यानविषयक संमेलनातील (मार्च १९५७ मध्यें) यांत्रिक अभियंत्यांच्या अमेरिकन संस्थेने फिलाडेल्फिया, पा. न्यूयॉर्क, N-Y नी प्रकाशित केलेला डरहॅम, आर. डब्ल्यू, याचा 'डिस्पोजल ऑफ फिशन प्रॉडक्ट्स इन ग्लास,' हा क्रमांक ५७–NESC–५४ चा प्रबंध

२ मॅक्कार्डी, जे. ए., 'कोॲग्यूलेटिंग स्लज वुइथ कॅल्शियम क्लोराईड,' पब्लिक वर्क्स मॅगेझीन, ८५, ५, १७० (मे १९५४)

२३–२०. नाविक भांडारातील (Naval stores) अपशिष्टे–

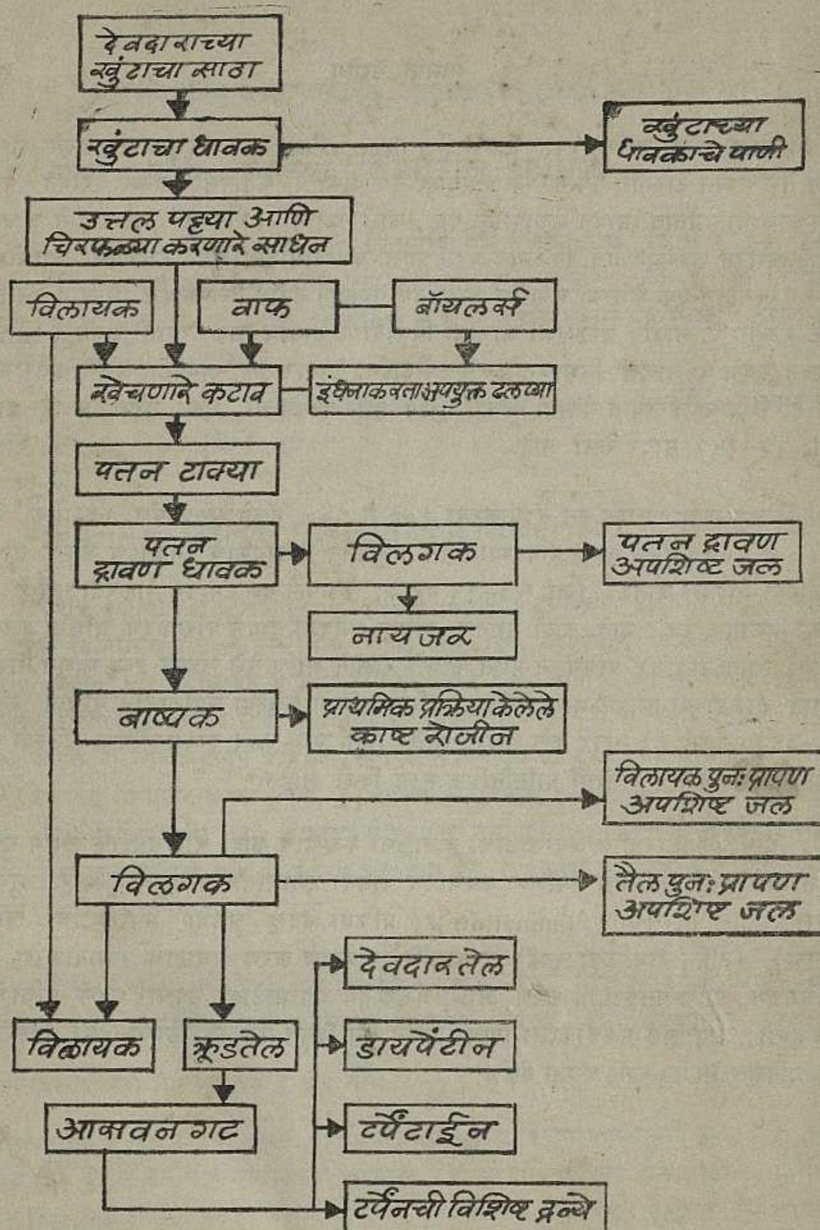
देवदार वृक्षातील तैलरेझीनयुक्त (oleoresinous) द्रव्यांच्या परिष्करणातून नाविक भांडाराची विनिर्मिति होते काष्टरोझीन काष्ट टर्पेटाईन, डायपेंटीन व अन्य एकचक्रीय (monocyclic) हायड्रोकार्बन हे अशा विनिर्मितीतील कांही पदार्थ आहेत. जिवंत देवदार वृक्षांतील रेझीनयुक्त द्रव्याचे साधे बाष्पन करून गोंदयुक्त भांडारे प्राप्त केली जातात. देवदाराच्या कापलेल्या लाकडापासून व बुंध्यापासून प्राप्त केलेल्या काष्ट–नाविक भांडारांचे खालील प्रमाणे उपयुक्त विभाजन करता येईल. १) भंजक आसवनाने (distructive distillation) प्राप्त, २) सल्फेट आणि ३) बाष्टप्प-आसवनित, नाविक भांडारे. कच्च्या द्रव्याच्या स्वभावधर्मामुळे ऋतुमानानुसार गोंद परिष्करण करण्यात येते. उलटपक्षी, लाकडाचे (दक्षिणेतील देवदार) परिष्करण वर्षभर केले जाते.

जमिनीवर अनेक वर्षे कुजत असलेले बुंधे धुण्याच्या जागी नेऊन त्यावरील घाण, बाळू, आणि सुटे व मुळे असलेले लाकूड काढून टाकण्यात येते स्वच्छ बुंधे दळणाच्या उपकरणात तसेच संभरित केले जातात. तेथे १ इंच लांब व $\frac{३}{१६}$ इंच जाड ढलप्या निष्कर्षणाकरता (extraction) बनविण्यात येतात. ही क्रिया एका मोठ्या दावपात्रात सुमारे २८० °F तपमानात द. चौं. इं. स ८० पौंड दाबाखाली करण्यात येते. सामान्यतः अल्प प्रमाणातील पेट्रोलियम अंश (fraction), (२०० ते ४०० °Fनेंच्या) असलेले विलायक पहिल्या निष्कर्षकाच्या तळाशी पंप करण्यात येते; पहिल्या निष्कर्षकाच्या वरच्या भागातून दुसऱ्याच्या तळाशी विलायक नेण्यात येते. अशा तऱ्हेने देवदाराच्या सुमारे १० टन ढलप्यात १५०००.गॅलन विलायक नेले जाईल इतके पंप करण्यात येते. टाकाऊ कपच्या इंधन म्हणून वापरल्या जातात आणि रोझीनची

क्रूड निष्कर्षक द्रावण आणि " पात द्रावण " (drop solution) म्हणून ओळखली जाणारी टर्पीन तेले धावन टाक्यांत पंप करण्यात येतात. नेथे पाण्याची फवारणी करून रंगित पदार्थ धुवून टाकण्यात येतात. धावन जलापासून दाट, काळे रेझीन (निगर) अलग होते व धावन जल निःसारित करण्यात येते. विलायक परत प्राप्त करण्यासाठी शेष द्रावणाचे बाष्पीभवन करून एकामागून एक केलेल्या समतोल आसवनमालिकेतून टर्पीन तेले काढून घेण्यात येतात व काष्ट रोझीन या नावांने ओळखला जाणारा विक्रीयोग्य अवशेष मागे रहातो बंध (batch) आसवन करून व आणखी विभाजन करून टर्पेन्टाईन, देवदार तेल, डायपेंटेन आणि इतर अनु-जात टर्पिने प्राप्त करण्यात येतात. ब्लॅकने (१) ह्या प्रक्रियांचा एक सोपा प्रवाह–आलेख (आ. २३–१५) सादर केला आहे.

देवदाराच्या दर एक टन बुंध्याकरता १०० ते ६०० गॅलन निष्कर्षण विलायक आणि २००० ते ५००० गॅलन पाणी वापरण्यात येते. प्रत्यक्षात विलायकाचे पुनःप्रापण करून तो पुनः उपयोगात आणला जातो. (आ. २३–१५ पहा); त्यामुळे दर टन ढलप्याकरता सुमारे एक गॅलन विलायक फुकट जाते. काही नाविक–भांडार संयंत्रात दुय्यम परिष्करण प्रक्रिया करण्यात येतात; त्यात प्राथमिक प्रक्रियेतून प्राप्त केलेली रोझीनें आणि तेले कच्चे द्रव्य म्हणून वापरली जातात. लाकडाच्या नाविक-भांडारातील प्राथमिक प्रक्रिया केलेल्या अपशिष्टांचे गुणधर्म कोष्टक २३–३६) ब्लॅकने १) सादर केले आहेत, आणि (को. २३–३७) दुय्यम प्रक्रिया केलेल्या अप-शिष्टांच्या गुणधर्म व राशींची प्रातिनिधिक मूल्ये दिली आहेत.

नाविक–भांडारांतील अपशिष्टांची हाताळणी करण्याचे कांही थोडे सुधारक उपाय सुचव-ण्यात आले असले तरी तसे अपशिष्ट उपचारण थोड्या प्रमाणातच सध्या चालू आहे. सुचवि-लेल्या पद्धतीत, निरसण (elimination) (प्रक्रिया बदल अथवा अपशिष्टाचा प्रस्त्राव रोखणे), (टर्पिन हायड्रेटसारख्या) उपदार्थांचे पुनःप्रापण करणे, प्रवाहाचे समानीकरण, पुन-राभिसरण, आणि पुनरुपयोग करणे, आणि जरूर तेथे अपशिष्टावर उपचार करणे, यांचा समा-वेश होतो; प्रायोगिक संयंत्रावरील निष्कर्षावरून असे दिसून येते की, ठिबकणाऱ्या निस्यंदनाने ८३ प्रतिशत् BOD कमी करता येतो.



आकृति २३-१५. प्राथमिक निष्कर्षण-प्रक्रियेकरता विलायक म्हणून नॅप्थाचा वापर करण्यात आलेल्या लाकडाच्या नाविक-भांडार संयंत्राचा प्रवाह-आलेख (ब्लॅक(१) प्रमाणे)

कोष्टक २३–३६

प्राथमिक प्रक्रिया केलेल्या नाविक-भांडार निर्मित अपशिष्टांच्या गुणधर्मांची व राशींची प्रातिनिधिक मुल्ये (ब्लॅकप्रमाणे (१))

प्राथमिक प्रक्रिया अपशिष्टांचे उत्पत्तिस्थान	प्रस्राव, गॅलन *		उपभोगित ऑक्सिजन डायक्रोमेट ppm		एकूण घनपदार्थ ppm		pH ची व्याप्ति		फेनॉल्स, ppm	
	नॅप्था निष्कर्षण	बेंझीन निष्कर्षण	नॅप्था निष्कर्षण	बेंझीन निष्कर्षण	नॅप्था निष्कर्षण	बेंझीन निष्कर्षण	नॅप्था निष्कर्षण	बेंझीन निष्कर्षण	नॅप्था निष्कर्षण	बेंझीन निष्कर्षण
बुंधा धावक	३५०–३५००		५७००–१६४००		११०००–२००००		४.५–४.७		(negative) ऋण	
पात द्रावण धावक	१८०		५२००		१३००		४.५–६.१		ऋण	
विलायक पुन:प्रापण	७३०	१५०	११००	२८००	२८५	१५०	६.१–७.२	३.३–३.५	ऋण	
तैल पुन:प्रापण	२५०	११७०	४०००	१३६०	३१०	३०	४.३–६.९	४.१–५.२	ऋण	
फर्मराल्डे हाईडचे पुन:प्रापण		१२		१४५००		१५०		३.४–३.५		

(पुढील पानावर पहा)

कोष्टक २३-३६ चालू

प्राथमिक प्रक्रिया अपशिष्टाचे उत्पत्तिस्थान	BOD, ५-दिवस, २० °C				तरंगते घनपदार्थ				लोकसंख्या समतुल्य, *†	
	ppin		पौंड*		ppm		पौंड *			
	नॅप्था निष्कर्षण	बेंझीन निष्कर्षण	नॅप्था निष्कर्षण	बेंझीन निष्कर्षण	नॅप्था निष्कर्षण	बेंझीन निष्कर्षण	नॅप्था निष्कर्षण	बेंझीन निष्कर्षण	नॅप्था निष्कर्षण	बेंझीन निष्कर्षण
बुंधा धावक	५०-१५००		०.०५-९.६३		१२२०-१६९००		२.३४-१०५		०.३-५८	
पात द्रावण धावक	३१३०		४.३४		१५०		०.२२		२९	
विलायक पुन:प्रापण	५५०	२१००	३.५	२.५		१६			२०	१६
तैल पुन:प्रापण	२१७०	६०	५.७	०.५८		६५		०.६३	३४	४
फर्फराल्डेहाईड पुन:प्रापण		१०७००		१०७		८				६

* दर टन बुंध्यास

† दररोज दर माणशी ५-दिवसांचा BOD, ०.१६७ पौंड आहे यावर आधारित

कोष्टक २३-३७

दुय्यम प्रक्रिया केलेल्या नाविक-भांडार निर्मितीतील अपशिष्टांच्या गुणधर्मांची व राशींची प्रातिनिधिक मूल्ये (ब्लॅकप्रमाणे (१))

दुय्यम प्रक्रिया अपशिष्टाचे उत्पत्तिस्थान	एकक	प्रस्राव गॅलन	उपभोगित ऑक्सिजन (डायक्रोमेट) ppm	एकूण घनपदार्थ ppm	pH ची व्याप्ति	फेनॉल्स ppm	BOD		तरंगते घनपदार्थ		लोकसंख्या समतुल्य, *†
							ppm	पौंड*	ppm	पौंड*	
फिकटरोझी परिष्करण											
विलायक पुन:प्रापण	१ टन	४९०			३.६+	ॠण	८२०	३ ३५	१२	०.०५	२०
अल्कोहोल पुन:प्रापण	बुंधे	४८५			५.८-६.२	ॠण	३८५	१.५५	२४	०.१०	९.३०
बहुलीकरण											
विलायक पुन:प्रापण	१००० पौंड	२१००	४३०	१५३०	१.७-३.२		७५	१.२३	२८	०.५	८
अम्ल पुन:प्रारण	रोझीन	७५०	३०		२.५-३.५		१७	०.११			०.६

(पुढील पानावर पहा)

कोष्टक २३–३७ चालू

असमान विभाजन संघनक जल	१००० पौंड रोझीन	३९००	५९०	१५०	५.९–६.५	२.०	२६०	८.४५	४१	१.३३	५०
क्षारीय धावन जल		१४०	७९०००	१४६००	८५-११.९		३८१००	४४.४	३३५०	३.९०	२६५
हायड्रोजनीकरण अपशिष्ट रोझीन तेले	१००० पौंड रोझीन	१	९६००००	४१००००	१२.२+		३८२०००	३.२	२६५००	०.२२	१९
समावयवी करण (isomer·zation) धावन जल	१००० गॅलन देवदार तेल	५००	१७०००	१२८०००	१२ २+	११७०	१४८००	४९ ३	७५	०.२५	२६५
संश्लेषीकरण संघनक जल	१००० पौंड रोझीन	६०००	८३०	४१५	९.५–१०.५	०.२	२७०	१३.५	१३०	६.५	८०

* दर एककास

† दर दिवशी दर माणशी ५-दिवसांचा BOD, ०.१६७ पौंड आहे अशा आधारावर

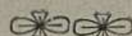
संदर्भ : नाविक-भांडार अपशिष्टे –

१ ब्लॅक, एछ. एछ; आणि व्ही. ए मिच, 'इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड, बुक नेव्हल स्टोअर्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ४, ४६२ (एप्रिल १९५३)

२ '१९५१ इंडस्ट्रियल वेस्ट फोरम,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ७, ८६९ (जुलै १९५२)

३ पामर, आर. सी; 'प्रोडयूसिंग नेव्हल स्टोअर्स फ्रॉम वेस्ट पाईन वुड,' केमिकल अँड मेटॅलर्जिकल इंजनिअरिंग, ३७, क्र. ३, ५, ७, पान १४०, २८९, आणि ४२२ (मार्च. मे, आणि जुलै १९३०)

४ Shantz, जे. एल,, आणि टी. मार्व्हिन, 'वेस्ट युटिलायझेशन,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३१, ५, ५८५ (मे १९३९)



: २४ :

रासायनिक उद्योग

आपणाला पुनः एकदा ह्या प्रकरणात वर्णन केलेले रासायनिक उद्योग आणि आधीच्या प्रकरणातील सामग्री उद्योग यामध्ये एक अतिसूक्ष्म आणि अनेकवेळा संशयास्पद असणारी मर्यादारेषा काढावी लागेल. कांही उद्योग निसंशय असे आहेत कीं ज्यांचे वर्गीकरण दोन्हीपैकी कोणत्याही प्रकरणात होऊ शकेल. तथापि रासायनिक उद्योगात सामान्यपणे मूलभूत रसायने व इतर विनिर्मात्यांनी वापरावयाची अन्य कच्ची द्रव्ये निर्माण करणाऱ्या लघुत्तर संयंत्राचा समावेश होतो. त्यामुळे प्रत्यक्षपणे सार्वजनिक उपयोगात आणण्याकरता लागणारी सामग्री तयार करणाऱ्या मोठाल्या संयंत्रांचा समावेश असलेल्या सामग्री उद्योगापासून ती भिन्न असतात.

अम्ले, समाक्षार (Lase) प्रक्षालक, कॉर्न-स्टार्च-भुकटी आणि स्फोटक द्रव्ये, कीटक नाशक व बुरशी नाशक, खते, सिलिकॉन्स प्लॅस्टिक्स, रेझीन्स व संश्लिष्टे, हे पदार्थ तयार करणाऱ्या सयंत्रातून व जे इतर पदार्थ अधिक विनिर्मिति प्रक्रियासाठी कच्चा माल म्हणून वापरले जातात त्याच्या निर्मिति- संयत्रातून रासायनिक अपशिष्टांचा उद्भव होतो. निर्माण करावच्या पदार्थाच्या स्वभावधर्माप्रमाणे रासायनिक प्रक्रियात बराच फरक पडतो. उच्च तपमानात व उच्च दाबाखाली उत्प्रेरक (cataiyst) व विशोधक (flux) वापरून अगर त्याशिवाय करण्यात येणाऱ्या रासायनिक विक्रिया, गॅस, घनपदार्थ आणि अन्य यापासून विलगन करणे इत्यादींचा ह्या प्रक्रियात समावेश होतो. तयार करण्याच्या कांही पद्धतीत, अवसादन

तरंगण, बाष्पन आणि आसवन, धावन, निस्यंदन, विद्युत् विश्लेषण, ज्वलन, अपकेंद्री विलगन, अवशोषण, मणिभीकरण (erystallization) आणि गाळण यांचा समावेश असतो.

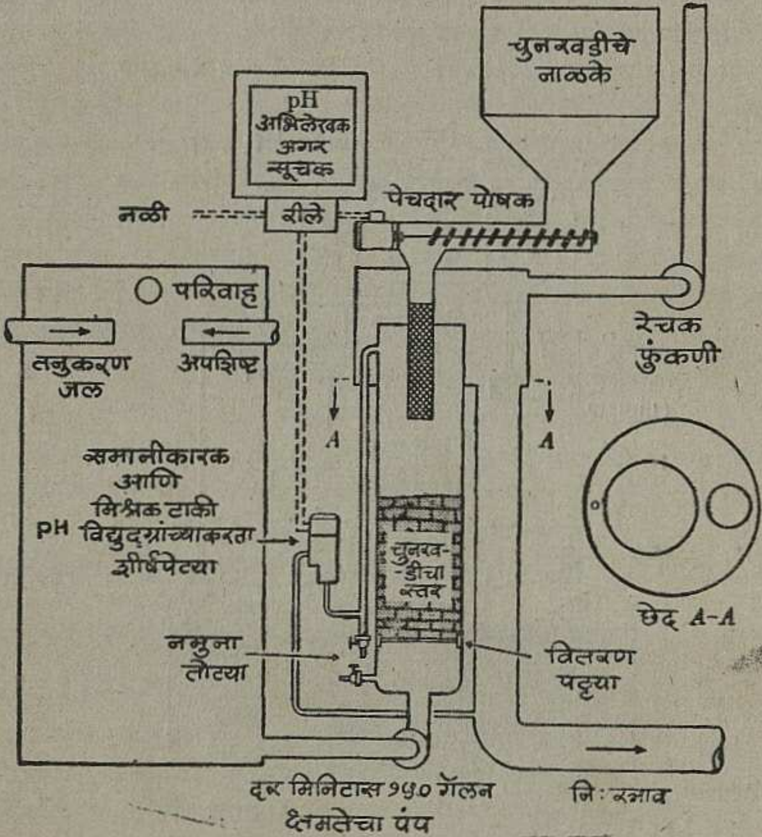
रासायनिक अपशिष्टांते अम्ले, मूलभूत रसायने, विषाक्त द्रव्ये, उच्च प्रमाणात BOD, रंग आणि ज्वलनशीलता (फॉस्फरस) आणि कमी प्रमाणात तरगते घनपदार्थ असलेल्या द्रव्यांचा समावेश असतो. रासायनिक अपशिष्टांचे स्वभावधर्म अनेकवेळा असे असतात की सिलिकोन्स धूम्ररहित भुकटी, TNT, कीटक नाशके, आणि अम्लस्वभावी तृणनाशके तयार करताना जसे उदासीनीकरण करावे लागते तसेच उदासीनीकरण यांच्याबाबतीतही करावे लागते. अनेक रासायनिक अपशिष्टांचे ठिबकणारे निस्यंदन, उत्प्रेरित द्रवमल, अथवा खांजणीकरणासारखे जैवी ऑक्सीकरण करून उपचारण करता येते. कॉर्नस्टार्चच्या अपशिष्टावर उपचार करताना असे आढळून आले कीं, हे अपशिष्ट घरगुती अवमलाच्या तेवढयाच राशीत मिसळले तर त्यावर उत्प्रेरित अवमल अथवा ठिबकणाऱ्या निस्यंदकाने उपचार करता येतो

फॉस्फरसयुक्त अपशिष्टासारख्या कांही अपशिष्टांच्या बाबतीत किलाटन करण्याची आवश्यकता असते. गुंतागुंतीची रचना असलेल्या अपशिष्टांचे कोणती तरी भौतिक क्रिया करून अनेकदा विलगत करण्यात येते. बातन टाक्यांत फेस निर्माण होण्याची समस्या उद्भवणाऱ्या प्रक्षालकातील कांही खडतर सिडेट्स जैवी ऑक्सीकरणास प्रतिरोध करीत असले तरी त्यांच्यावर जैवी अवक्रमणाचा (degradation) प्रभाव पडतो. तलावावरील अभ्यासावरून असें दिसून आले कीं, घरगुती अवमलात प्रक्षालकाचा उपयोग करण्यास आरंभ झाल्यापासून शेष विलेय अकार्बनिक फॉस्फरसात १०० टक्क्या इतकी वाढ झाली आहे. ह्या वाढीचा हिरव्या-निळ्या शेंवाळयाच्या फुलोऱ्यापासून वारंवार होणाऱ्या उपद्रवाशी प्रत्यक्ष संबंध जोडता आला.

२४-१. अम्लीय अपशिष्टे –

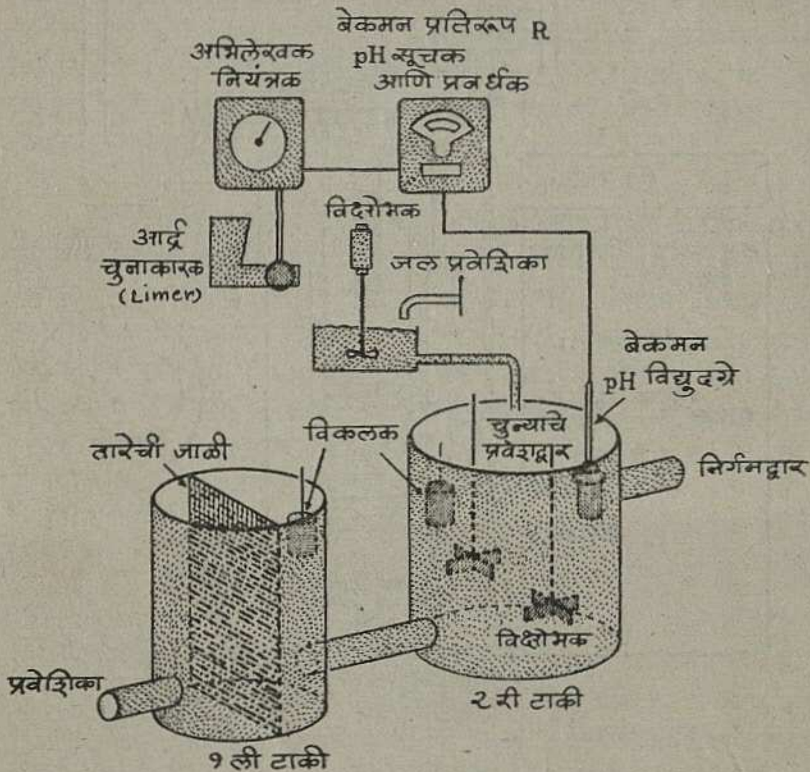
या पुस्तकात उल्लेख केलेल्या कोणत्याही औद्योगिक संयंत्रातून अम्लीय अपशिष्टे प्रस्त्रावित होणे संभवनीय असते व नाल्याच्या दर्जाविषयी बहुतेक राज्यात जे कायदे करण्यात आले आहेत त्या अनुसार संग्राही नाल्यातील pH, ६.० आणि ९.० च्या दरम्यान ठवावा लागत असल्याने, बहुतेक उदाहरणांत उपचार केल्याविना अम्लीय अपशिष्टे नाल्यात सोडता येत नाहीत. रंग, स्फोटक द्रव्ये, भेषजीय द्रव्ये (pharmaceuticals) आणि सिलिकॉन रेझीनांच्या सारखी कच्ची प्राथमिक द्रव्ये तयार होणाऱ्या रासायनिक संयंत्रातून निष्पन्न होणाऱ्या अशा अम्लांचाच ह्या प्रकरणात विशेष विचार करण्यात येणार आहे. हायड्रोक्लोरिक, सल्फ्युरिक, आणि केव्हा

केव्हा नायट्रिक अम्लांतील पातळ अपशिष्टे त्यातल्या त्यात अधिक महत्वाची असतात. अम्लांचा वापर निरनिराळ्या प्रकारे होत असल्यामुळे या अम्ल अपशिष्टापैकी कोणत्याही एकाच्या उद्-भवाचे दुसऱ्याच्या उद्भवाशी कोणत्याही प्रकारे साम्य न ते व असलेच तर ते अगदी अल्प असते.



आकृति २४–१. १०००० ppm पासून १५००० ppm पर्यंत खनिज अम्लता असलेल्या दररोज १०० ००० गॅलन नायट्रोसेल्यूलोज अपशिष्ट हाताळण्याची क्षमता असलेल्या उर्ध्वप्रवाही उदासीनीकरण संस्तरांचा प्रस्तावित अभिकल्प (गेहम् (८) प्रमाणे)

अम्लतेची मात्रा कितीही असली तरी अम्ल अपशिष्टाच्या उपचारणाची मुख्य पद्धत उदासीनीकरण करणे ही असते (७ वे प्रकरण पहा). उर्ध्वप्रवाही चुनाखडीच्या संस्तराच्या सहाय्याने अम्ल अपशिष्टांच्या उदासीनीकरण करण्याच्या पद्धतीचे गेहम (८) ने वर्णन केले आहे. त्या पद्धतीत दररोज ०.१ द. ल. गॅलन अपशिष्ट घेण्याची क्षमता असलेले १०००० ppm पर्यंत खनिज अम्लता असलेले अपशिष्ट हाताळण्यात येत असे (आ. २४–१) बेक्मन pH विद्युत अग्र उपयोगात आणिलेल्या अम्ल सायट्रस अपशिष्टांचे चुना वापरून आपोआप उदासीनीकरण करण्याच्या एका प्रक्रियेचे शूगार्टने (२३) (आ. २४–२) वर्णन केले आहे.

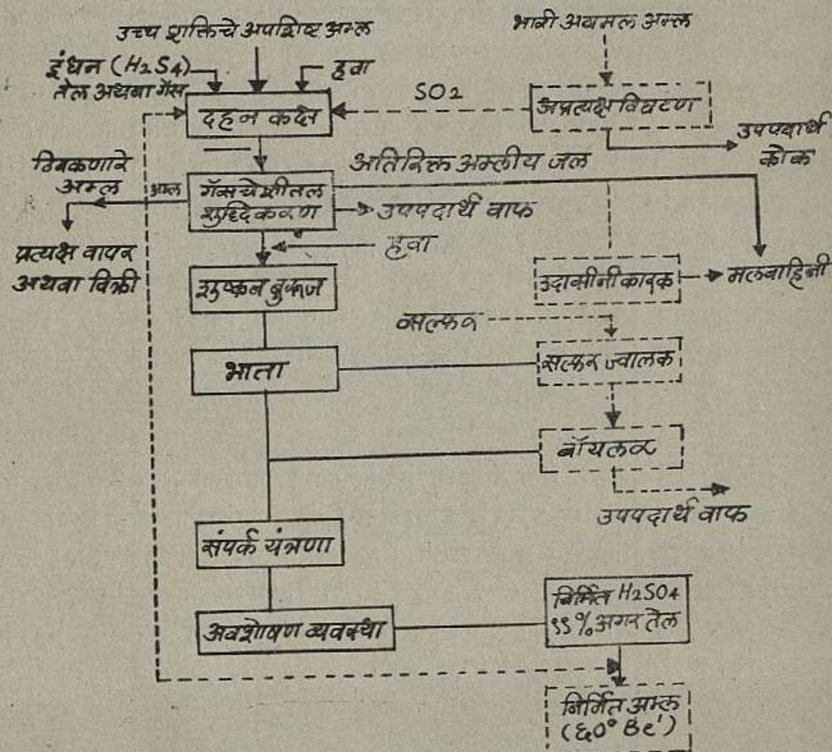


आकृति २४–२. संत्री व मोसंब्यांच्या अपशिष्टावर उपचार करण्याकरता आखणी केलेल्या उपकरणांचा आलेख (२२)

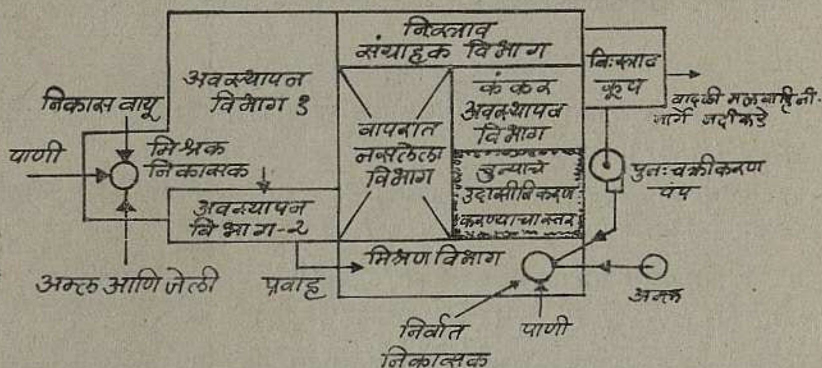
२३ व्या प्रकरणात उल्लेख केल्याप्रमाणे विसल्फीकरण करणे, रंग सुधारणे, वंगण तेलाचे परिष्करण करणे, या व अशा अल्कयलेशनात उत्प्रेरक (catalyst) म्हणून, आणि अन्य संकीर्ण उद्देशाकरता तैल परिष्करण शाळांत सल्फ्युरिक अम्लाचा उपयोग करण्यात येतो. सल्फ्युरिक अम्ल–अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीकरिता तैल परिष्करण शाळांत सामान्यपणे खालील दोन प्रक्रिया वापरण्यात येतात: फवारणी ज्वलन आणि अप्रत्यक्ष दहन (comlustion) फवारणी ज्वल–नात एक तप्त (१७००° ते २००० °F) दहन कक्षात अपशिष्ट–अम्लाचे फवारे मारण्यात येतात. त्यावेळी हायड्रोकार्बनांचे ऑक्सीकरण होण्याकरता थोडी थोडीं अतिरिक्त हवा आत सोडण्यात येते. सल्फरचे SO_2 मध्ये आणि हायड्रोकार्बनांचे CO_2 व H_2O मध्यें परिवर्तन होते; गरम गॅस थंड करून सुकविण्यात येतात आणि नवीन सल्फ्युरिक अम्ल तयार करण्या–करता SO_2 चे अवशोषण करण्यात येते. अप्रत्यक्ष दहन या दुसऱ्या पद्धतीतील प्रमुख विक्रिया अवमलातील सल्फ्युरिक अम्लाचे उपस्थित हायड्रोकार्बनांच्यायोगे अपचयन करणे ही असते. कोक हा कणीदार उपपदार्थ मिश्रकातून पुनराभिसरित करण्यात येतो, फिरत्या प्रवाहात अम्ल–अप–शिष्ट मिसळण्यात येते, आणि विघटन कक्षात उष्णता देण्यात येते. ह्या प्रक्रियांचे प्रतिनिधित्व आ. २४–३ मधील प्रवाह आलेखांनी केले आहे.

डिकर्सन व ब्रुक्स (२) यांनी नायट्रोसेल्यूलोज तयार करण्याच्या संयंत्रातील समिश्र नायट्रिक आणि सल्फ्युरिक अम्ल-अपशिष्टाकरता चुना-उदासीनीकरणाचा उपयोग केल्या जाणाऱ्या प्रक्रियेचे वर्णन केले आहे. जरी अम्लाच्याराशी, सांद्रण, आणि गुणोत्तर, यांत मोठ्या प्रमाणात तफावत असली तरी द्वि–बिंदु (two point) – pH– नियंत्रित डॉलोमाईटयुक्त चुन्याचा गारा मिसळण्याची तरतूद असलेल्या बहुएकक (multiunit) विक्रिया (reaction) कक्षात उदासीनीकरण प्रभावीपणे साध्य करण्यात आले होते.

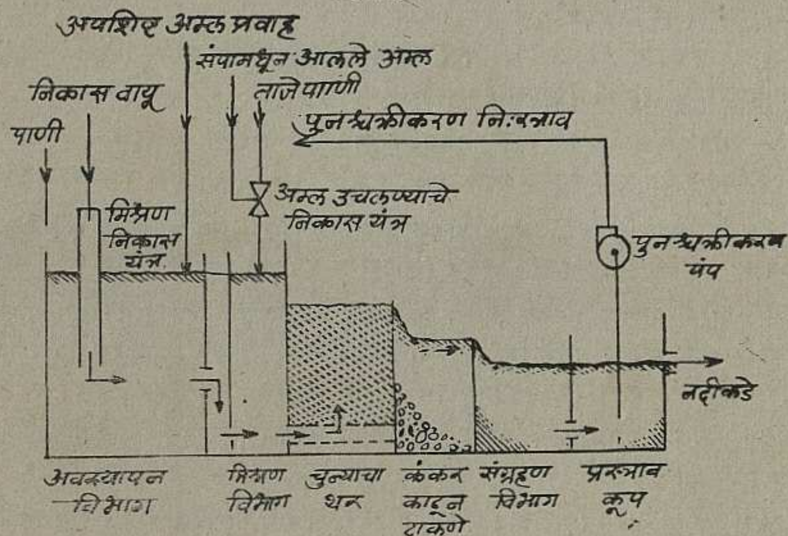
कांही विशिष्ट रेझीनांच्या उत्पादनातील अम्ल–अपशिष्टावर विभिन्न सांद्रणांच्या हाय–ड्रोक्लोरिक आणि सल्फ्युरिक अम्लांच्या मिश्रणांचा उपचार करण्याकरता वापरण्यात आलेल्या एका उर्ध्वप्रवाही चुनखडीच्या संस्तराच्या अम्ल–उदासीनीकरण संचाचे टूलीने (२७) ने पण वर्णन केले आहे. एक टक्क्यापेक्षा कमी अम्ल–सांद्रण होईपर्यंत अपशिष्टांचे तनुकरण करण्यात आले आणि नंतर ३ –फूट विस्तरित चुनखडीच्या संस्तरामधून, त्याच्या क्षेत्राच्या द चौं. फु. स द. मि. स २० ते ३० गॅलन सरासरी वेगाने ते वरच्या दिशेनें सोडण्यात आले. नि:स्त्रावाचा सरासरी pH, ४.६ होता व १९५८ सालातील परिचालन खर्च, उदासीकरण केलेल्या एक प्रति शत् अम्लास, दर टनास, सुमारे ०. ४९ डॉलर झाला. ही उभारणी (आ. २४–४ व २४–५) मध्ये दाखविली आहे.



आकृति २४-३. फवारणी ज्वलन प्रकाराच्या अम्लाच्या पुन:प्रापण संयंत्रातील मूलभूत घटक (अतूट रेषात) दाखविणारा, विशिष्ट गरजावर अवलंबून असणारे सहाय्यक घटक (तुटक रेषांत) दाखविणारा, आणि एकत्रित फवारणी–ज्वलन आणि अप्रत्यक्ष–दहन प्रक्रियातील उप–स्थित आवश्यक घटक दाखविणारा प्रवाह आलेख (टी. आर. हॅरिस, मॉन्सॅटो केमिकल कं. च्या प्रमाणे)



आकृति २४–४. विद्यमान अम्ल–उदासीनीकरण व्यवस्थेतील आयोजन अनुविक्षेप (Plan) आणि प्रवाह आलेख (२६)



आकृति २४–५. विद्यमान अम्ल-उदासीनीकरण व्यवस्थेतील आयोजन–अनुप्रस्थ छेद (cross-section) (२६)

संदर्भ – रासायनिक उद्योगातील अम्ल-अपशिष्ट –

१ कूपर, जे. ई., 'हाऊ टू डिस्पोज ऑफ ॲसिड वेस्ट्स,' केमिकल इंडस्ट्रीज, ६६, ५, ६८४–६८५ (मे १९५०)

२ डिकर्सन, यी. डब्ल्यू., आणि आर. एछ. ब्रुक्स, 'न्यूट्रलायझेशन ऑफ ॲसिड वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४२, ४, ५९९ (एप्रिल १९५०)

३ 'डिस्पोजल ॲट सी, नॅशनल लेड कंपनी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, ६, १२५० (नोव्हेंबर १९४६), १९, ६, ११११ (नोव्हेंबर १९४७)

४ फॉस्ट, एस. डी., 'स्लज कॅरेक्टरिस्टिक्स रिझल्टिंग फ्रॉम लाईम न्यूट्रलायझेशन ऑफ डायल्यूट सल्फ्युरिक ॲसिड वेस्ट्स,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५८)

५ फॉस्ट, एस. डी., एछ. ई. ऑर्फोर्ड, आणि डब्ल्यू. ए. पार्सन्स, 'कंट्रोल ऑफ स्लज व्हाल्यूम फॉलोइंग लाइव्ह न्यूट्रलायझेशन ऑफ ॲसिड वेस्ट्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, ७, ८७२ (जूलै १९५६)

६ फॉस्ट, एस. डी , आणि एछ. ई. ऑर्फोर्ड, 'क्रिस्टल सीडिंग बाय रिटर्न्ड स्लज,' इंड-स्ट्रियल वेस्ट्स, २, २, ३६ (एप्रिल १९५७)

७ गेहम, एछ. डब्ल्यू., 'न्यूट्रलायझेशन ऑफ ॲसिड वेस्ट वॉटर वुइथ ॲन अप-फ्लो एक्स्पँडेड लाईमस्टोन बेड,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, १६, १, १०४ (जानेवारी १९४४)

८ गेहम, एछ. डब्ल्यू., 'अप-फ्लो न्यूट्रलायझेशन ऑफ ॲसिड वेस्ट्स,' केमिकल अँड मेटॅलर्जिकल इंजनिअरिंग, ५१, १०, १२४ (आक्टोबर १९४४)

९ ग्रॉस, सी. डी., आणि सी. ली. 'कलेक्शन अँड ट्रीटमेंट ऑफ ॲसिड रन ऑफ फ्रॉम कोल गॉब-पाईल स्टोरेज ओरियाज,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१) पान १०

१० जेकब्स, एछ. एल., 'ॲसिड वेस्ट्स, न्यूट्रलायझेशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ७, ९०० (जूलै १९५१)

११ जोन्स, ई. एम , 'ॲसिड वेस्ट्स, ट्रीटमेंट, स्टडीज,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, २, २२४ (फेब्रुवारी १९५०)

१२ कीटिंग, आर. जे., आणि आर. Dvorin, 'डायलिसीस ऑफ ॲसिड रिकव्हरी,'

१५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (में १९६०) पान ५६७

१३ लेडफोर्ड, आर. एफ., आणि जें. सी. हेस्लर, 'ट्रीटमेंट ऑफ क्रोमिक ॲसिड वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४७, १, ८३ (जानेवारी १९५५)

१४ लेव्हिन, आर. वाय. आणि डब्ल्यू. रुडॉल्फ्स, 'स्लज कॅरेक्टरिस्टिक्स ऑफ लाईम न्यूट्रलाईज्ड पिक्लिंग लिकर,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२)

१५ लेविस, सी. जे., आणि एल. जे. यॉस्ट , 'ॲसिड वेस्ट्स, लाईम ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ७, ८९३ (जुलै १९५०)

१६ 'लाईम, दि लो कॉस्ट वे टू प्रिव्हेंट स्ट्रीम पोल्यूशन,' दि फिनिशिंग लाईम असो–सिएशन ऑफ ओहायओ, (१९४९)

१७ मिनिक, एल. जे., आणि सी. प्रेसग्रेव्ह, 'फिजिको–केमिकल कॅरेक्टरिस्टिक्स ऑफ लाईनिंग मटीरियल्स अँज रिलेटेड टू न्यूट्रलायझेशन ऑफ मिनरल ॲसिड्स,' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (में १९५४) पान २८४

१८ पार्सन्स, डब्ल्यू. ए., 'आफ्टर–प्रेसिपिटेशन रिझल्टिंग फ्रॉम लाईम न्यूट्रलायझेशन,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यु विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१)

१९ पॉवेल, एस. टी., 'ॲसिड वेस्ट अँड टेंपरेचर ऑफ सर्फेस अँड ग्राउंड वॉटर आर इंपॉर्टंट कन्सिडरेशन्स टू मेंनी इंडस्ट्रीज,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४६, ५, ९७ A (मे १९५४)

२० रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू., 'न्यूट्रलायझेशन वुइथ लाईम,' स्युवेज अँन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १५, ३, ५०० (मे १९४३)

२१ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू., 'प्री ट्रीटमेंट ऑफ ॲसिड वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १५, १, ४८ (जानेवारी १९४३)

२२ 'शॉर्टकट टू न्यूट्रल वॉटर (आयन एक्स्चेंच),' संपादकीय, केमिकल वीक, ९०, १ ६९ (जानेवारी १९६२)

२३ शूगॉर्ट, पी. एल., 'ॲटोमॅटिक pH कंट्रोल रीप्लेसेस मॅन्युअल ऑपरेशन फॉर अँसिड वेस्ट ट्रीटमेंट,' पब्लिक वर्क्स मॅगेझीन, ८५, ७, ६७ (जुलै १९५४)

२४ स्टोन, टी., 'स्टडीज ऑफ ॲसिड प्रेसिपिटेशन ॲट सॅल्फर्ड,' जर्नल ऑफ इन्स्टि-टयूट ऑफ स्युवेज प्यूरिफिकेशन, (१९५२) पान ३६१

२५ टट्लॉक, एम. डब्ल्यू., 'ट्रीटमेंट ऑफ ॲसिड वेस्ट्स फॉर एमरी इंडस्ट्रीज, इन्कॉ. सिन्सिनाटी, ओहायओ,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्डयु विश्वविद्यालय, (मे १९५९)

२६ टेंपल, के. एल; आणि ए. आर. कॉल्मर, 'दि कॉर्मेशन ऑफ ॲसिड लाईम ड्रेनेज,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१)

२७ टुली, टी. जे; 'वेस्ट ॲसिड न्यूट्रलायझेशन,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, ११, १३८५ (नोव्हेंबर १९५८)

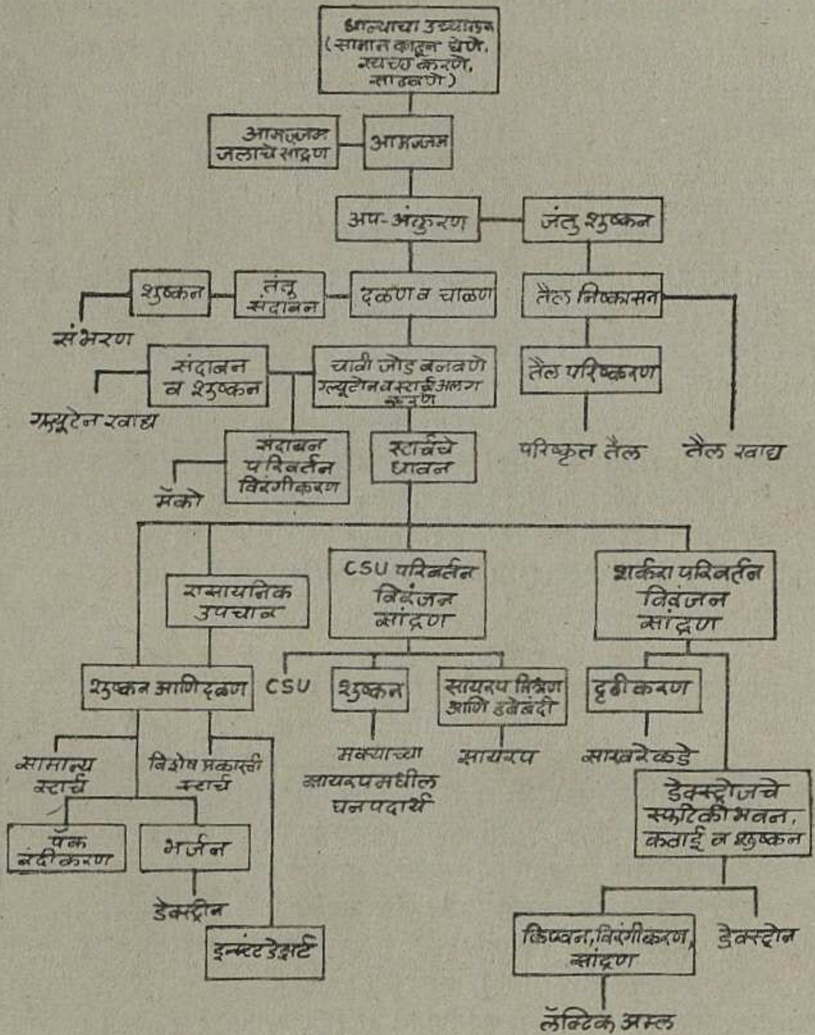
२८ 'दि यूज ऑफ लाईम व्हर्सस कॉस्टिक सोडा ॲंड सोडा ॲश ॲज ॲसिड न्यूट्रलायझिंग एजंट्स,' ट्रेड वेस्ट परिपत्रक २, (आक्टोबर १, १९४८) नॅशनल लाईम असोसिएशन वॉशिंग्टन डी. सीं.

२९ वेट, सी. एफ; 'ट्रीटमेंट ऑफ ॲसिड सायनाईड, ॲसिड क्रोमियम वेस्ट्स,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९)

३० विंग, डब्ल्यू; ई., 'ए पायलट प्लँट फॉर लाईम न्यूट्रलायझेशन स्टडीज,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९)

२४-२. मक्याच्या पिठाच्या (कॉर्न स्टार्चच्या) उद्योगातील अपशिष्टे –

जरी २२ व्या प्रकरणातील अन्‌-प्रक्रियांच्याखाली ह्या उपयोगाचा समावेश करता आला असता तरी त्याचे येथे विवरण करण्याचे प्रयोजन, रासायनिक आणि सामग्री क्षेत्रात त्याचा अत्यंत विस्तृत प्रमाणात उपयोग होत आहे: हे आहे या उद्योगात स्टार्च, तेल व पोषकांचे उत्पादन करण्या करता मक्यावर प्रक्रिया करण्यात येते. एक बुशेल मक्याचे वजन सुमारे ५६ पौंड असते (१९) आणि त्यापासून (वस्त्र निर्मिती उद्योगात वापरण्यात येत असलेल्या) मोतिया स्टार्चचे सुमारे २३ पौंड उत्पादन होते. तसेच आर्द्रदळण प्रक्रियेतील १.६ पौंड तेल व १३ ते १४ पौंड पोषक द्रव्यांचे उत्पादन होते. १९३० च्या सुरवातीस या उद्योगाने अपशिष्ट-जलाच्या पुनरुपयोगाच्या कार्यक्रमास आरंभ केला आणि त्यामुळे सुक्या मक्याच्या अनुपचारित द्रव्यातील संयंत्र हानि ०.५ टक्क्यापेक्षाही कमी झाली. या पद्धतीस 'बॉटल्ड अप' पद्धत असे नांव आहे.



आकृति २४–६. मक्याच्या आर्द्रदळण प्रक्रियेचा प्रवाह–आलेख

टरफल सुटावे, ग्ल्यूटेन नरम व्हावे, आणि गरातील खनिज व सेंद्रिय द्रव्य विरघळून जावें म्हणून सल्फ्युरिक अम्लाच्या द्रावणात स्वच्छ मका भिजविण्यात येतो. नंतर मोड न चिरडला जाता, फक्त सुटा होण्यासाठी मका भिजविण्यात येतो; दळलेला मका पाण्यात मिसळून अव-स्थापन टाक्यात ठेवण्यात येतो. जेव्हा तरंगून मोड वर येतात तेव्हां ते सायीसारखे काढून घेतले जातात (skimming), आणि त्यांचेवर दाब देऊन अथवा निष्कर्षण करून तेल काढण्यात येते. गराचे अवशेष विद्राव्य स्टार्च आणि ग्ल्यूटीन, तंतू व भुशा (hull) पासून वेगळे करण्या-साठी बारीक दळण्यात येतात. ते कंकर (grit) आणि भुसा (bren) या नावाने ओळखले जाता आणि पोषण संयोज्य (feed additive) म्हणून वापरण्यात येतात. ग्ल्यूटेनपासून, अवस्थापन, अपकेंद्रण, आणि प्रतिधारा (counter current) धावन करून, स्टार्च वेगळा कर ण्यात येतो. ग्ल्यूटेन पोषकात मिसळण्यात येते आणि निर्वात निस्यंदकात स्टार्च निस्यंदित करून व धुवून सुकविण्यात येतो. नंतर स्टार्च अथवा सुधारित स्टार्च म्हणून तो बाजारात पाठविण्यात येतो किंवा कॉर्नसायरप अथवा कॉर्न शर्करा बनविण्यासाठीं स्टार्चचे जल विश्लेषण करण्यात येते (hyodrolyzed). पोषक व स्टार्चच्या दोघाच्या उत्पादन प्रक्रियांतून सुमारे ३ टक्के विलीन स्वरूपात मका असलेल्या प्रक्रिया जल-अपशिष्टांचा उद्भव होतो. व्हॅन पॅटेन व मॅक् इंटॉश (२४) यांनी मक्याच्या आर्द दळणाचा प्रवाह तक्ता (आ. २४-६) सादर केला आहे आणि हॅट्फील्डने (१९) कॉर्नस्टार्चच्या उत्पादनातील आर्द्र दळण प्रक्रिया, आणि प्रक्रिया जलाचा 'बॉटलिंग अप' पुनरुपयोग, या दोन्हीसाठी एक प्रवाह तक्ता (आ. २४-७) सादर केला आहे.

मक्याच्या गरातील सुक्या द्रव्याची बनावट ढोबळपणे खालीलप्रमाणे असते: कार्बोहाय-ड्रेटस ८० %, प्रथित १०%, तेल (चरबी) ४ ५ %, तंतू ३.५%, व खनीज द्रव्ये २.०%

उद्योगात अपशिष्ट-उपचारण-प्रथा वापरण्यात येण्याच्या आधी सुद्धा 'बॉटलिंग प्रोसेस' ही एक सामान्य प्रथा होती, कारण नाल्यातील प्रदूषण कमी करण्याकरता ती प्रस्तावित कर-ण्यात आली होती, आणि आता तीं कॉर्न-स्टार्च संयंत्र प्रक्रियेचा एक भागच होऊन बसली आहे ह्या उद्योगातील अपशिष्टे पुनरुपयोग-प्रक्रियातील अवशेष आणि गळत्या यापासून बनलेली असतात. १) प्रक्रिया जलांचे पुनराभिसरण, २) पुनराभिसरित पाण्याच्या कांही अंशाचे निम-ज्जन जलाच्या स्वरूपात बाष्पन, ३) जनावरांचे सुधारित खाद्य तयार करण्यासाठी सव सुक्या सेंद्रिय अवशेषांचे मिश्रण, या सर्व क्रियांचे बॉटलिंग अपप्रक्रिया असे वर्णन करण्यात आले आहे.

कॉर्नस्टार्च संयंत्रातील मुख्य अपशिष्टे खालीलप्रमाणे असतात: १) बाष्पक संघनका-तील धारित सेंद्रिय द्रव्ये (organics) २) अंतिम अपशिष्टांतील साखर पाक. ३) ताज्या

पाण्याची मिश्रित राशी, पुनराभिसरण जलाची राशी आणि बाष्पकात घेतलेल्या निमज्जन (steep) जलाची राशि, यांच्या मधील असमतोलामुळे निर्माण झालेली बॉटलिंग अपप्रक्रि- यांतील अपशिष्टे.

को. २४-१ मध्ये हॅट्फील्डने (१९) ह्या अपशिष्टांच्या लोकसख्येच्या सममूल्यांची यादी दिली आहे प्रक्रियाकृत मक्याच्या दर बुशेलच्या प्रक्रियेसाठी प्रत्यक्षात ४० गॅलन पाणी लागते जरी अन्य कारणाकरता प्रत्येक बुशेलला १०० ते २०० गॅलन पाणी लागत असले तरी वापर- लेल्या पाण्यापैकी बरेचसे पुन: उपयोगात आणण्यात येते (२१)

व्हॅन पॅटेन आणि मॅक्इंटॉश (२४) नी मक्यापासून स्टार्च, शर्करा, सायरप, आणि किण्वन (fermentation) पदार्थ तयार करणाऱ्या अमेरिकन मेझ प्रॉडक्ट्स कंपनीतील अप-

आकृति २४-७. कॉर्नस्टार्चचे उत्पादन दाखविणारा प्रवाह तक्ता

शिष्टाच्या अपचयनाचे वर्णन केले आहे. त्या कंपनीने आपल्या अपशिष्टांतील BOD भार ९२ टक्क्यांनी कमी करण्याकरता उपकरणात बदल आणि निर्मितीच्या कार्यपद्धतीत सुधारणा करण्यासाठी ८५०,००० डॉलर खर्च केले. कॉन स्टार्चच्या संयंत्रातील शेष अपशिष्टांत संबंध गर असलेला मका व मक्याच्या सायरपातील विलेय सेंद्रिय द्रव्ये असल्याने, विशेषत: जेव्हा ती घरगुती वाहितमलाबरोबर मिसळण्यात येतात तेव्हा त्यांच्यावर जैवी उपचारण करता येते. सामान्यपणे अपशिष्टे फार गरम असतात, म्हणून ह्या स्वभावधर्माशी प्रत्यक्ष संबंध असलेले सर्व घटक लक्षात घेतले पाहिजेत. उदाहरणार्थ उष्णतेमुळे ऑक्सिजनची विलेयता कमी होते पण त्याचवेळी पाचनात वाढ होते. अपशिष्टातील उष्णतेमुळे अवस्थापनास अडथळा येतो, तसेच जसजशी स्टार्चची अपशिष्टे थंड होऊ लागतात तसतशी मलवाहिन्यांची चोंदून जाण्याकडे प्रवृत्ति होते म्हणून अपशिष्टांचे शीतन आणि त्यांत एकसारखेपणा घडून येण्याकरता औद्योगिक संयंत्रस्थानावर अगर नगरपालिकेच्या उपचारण संयंत्रावर, जैवी उपचारणापूर्वी, समानीकरण करण्याचा अवलंब करावा.

कोष्टक २४–१

कॉनस्टार्च अपशिष्टांचे लोकसंख्या सममूल्य (१९)

अपशिष्टाचे उत्पत्तिस्थान	लोकसंख्या समतुल्य*
निमज्जन जल (steep water) बाष्पक	३००००
हलक्या हाडांचे धावन	८०००
स्वच्छता करणे (clean up), वगैरे,	१२०००
एकूण –	५००००

* दर ५०००० बुशेल पिठास

अंत:स्त्रावातील BOD चे सांद्रण १४०० ppm अथवा त्यापेक्षा कमी असताना आणि BOD चे भारण दररोज दर घनयार्डास सुमारे ४ पौंड असताना BOD, ९० टक्क्यांनी कमी

करण्याकरता ५ : १ पुनराभिसरण–गुणोत्तर असलेले ठिबकणारे निस्यंदक हॅटफील्ड (६) ने वापरले. pH वर नियंत्रण ठेवण्याची आणि नायट्रोजन व फॉस्फरस मिसळण्याची आवश्यकता भासली.

संदर्भ : कॉर्नस्टार्च -- अपशिष्टे –

१ ॲडिनॉफ, जे., 'डिस्पोजल ऑफ ऑर्गॅनिक केमिकल वेस्ट्स टू अंडर ग्राऊंड फॉर्मेशन्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, १, ४० (सप्टेंबर-आक्टोबर १९५५)

२ डग्लस, आय. बी., 'बाय–प्रॉडक्ट्स अँड वेस्ट इन पोटॅटो प्रोसेसिंग,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९६०) पान ९९

३ फर्गसन, ए. ए., 'बॅक्टीरियल युटिलायझेशन ऑफ पोटॅटो स्टार्च वेस्ट्स,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यु विश्वविद्यालय, (मे १९६०) पान २५८

४ ग्रीले, ए ए, आणि डब्ल्यू. डी. हॅटफिल्ड, 'दि स्युवेज डिस्पोजल वर्क्स ॲट डीकॅटूर, इलि.: 'ट्रॅन्झॅक्शन्स ऑफ अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजिनिअर्स, १७३८ वा प्रबंध, ९४ (१९३०) पान ५४४

५ ग्रीन्फील्ड, आर ई; आणि इतर, 'कॉर्नस्टार्च वेस्ट ट्रीटमेंट वुइथ स्युवेज, डीकॅटूर, इलि.,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९५, ९५१ (सप्टेंबर १९४७)

६ ग्रीन्फील्ड, आर. ई., जी. एम कॉर्नेल, आणि डब्ल्यू. डी. हॅट्फीफ्ड, 'कॉर्मस्टार्च वेस्ट्स.' ३ ऱ्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यु विश्वविद्यालय, (मे १९४७) पान ३६०

७ ग्रीन्फील्ड, आर. ई., जी. एन. कॉर्नेल, आणि डब्ल्यू. डी. हॅट्फील्ड, 'इंडस्ट्रियल वेस्ट्स: कॉर्नस्टार्च प्रोसेसेस,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३९, ५, ५८३–५८८ (मे १९४७)

८ गर्नेहॅम, सी. एफ. (संपादक), प्रिन्सिपल्स ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट: न्यूयॉर्क जॉन वायली अँड सन्स, इन्कॉ., (१९५५) पान ३७५

९ हॅट्फील्ड, आर., ई. आर. स्ट्रॉंग एफ. Heinbohn, एल–पॉनेल, आणि टी. जी. स्टोन, 'ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट्स फ्रॉम कॉर्न इंडस्ट्री बाय पायलट–प्लॅंट ट्रिक्लिंग फिल्डर्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, १०, १२४० (आक्टोबर १९५६)

१० हॅट्फील्ड, डब्ल्यू. डी; 'ऑपरेशन ऑफ प्री–एरिअेशन प्लॅंट अॅट डीकॅटूर, इलि,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, ३, ४, ६२१–६३१ (एप्रिल १९३१)

११ हॅट्फील्ड, डब्ल्यू. डी., 'स्पेशल टेस्ट फॉर कॉर्न स्टार्च वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १०, १३८१ (आक्टोबर १९५१)

१२ हॅट्फील्ड, डब्ल्यू डी., 'कॉर्नस्टार्च प्रोसेसेस,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, देअर डिस्पोजल अँड ट्रीटमेंट, डब्ल्यू रुडॉल्फ्स (संपादक), न्यूयॉर्क, रिनहोल्ड पब्लिशिंग कॉर्पो., (१९५३) पान १३२

१३ हॉप्ट, एछ; 'बाय-प्रॉडक्ट रिकव्हरी फ्रॉम स्टार्च वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ८, २, ३५० (मार्च १९३६)

१४ हस्मन, डब्ल्यू., 'स्टार्च वेस्ट ट्रीटमेंट एक्स्पेरिमेंट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स ६, २, ३४२ (मार्च १९३४)

१५ मोहल्मन, एफ. डब्ल्यू., 'ट्रीटमेंट ऑफ पॅकिंग-हाऊस, टॅनरी, अँड कॉर्न-प्रॉडक्ट्स वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, १८, १०, १०७६ (आक्टोबर १९२६)

३६ मोहल्मन, एफ. डब्ल्यू., 'युटिलायझेशन अँड डिस्पोजल ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट्स,' १ ल्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४४) पान ४३

१७ मोहल्मन, एफ. डब्ल्यू., आणि ए. जे. बेंक, 'डिस्पांजल ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, २१, ३, २०५ (मार्च १९२९)

१८ पल्फे, एल., आर. डब्ल्यू. केर, आणि एछ. आर. रिट्जेस, 'वेट मिलिंग ऑफ कॉर्न,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३२, १२, १४८३ (नोव्हेंबर १९४०)

१९ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू. इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट न्यूयॉर्क: रिन्होल्ड पब्लिशिंग कॉर्पो., (१९५३) प्रकरण ७ वे पान १३२

२० Sjostrom, ओ. ए., 'ट्रीटमेंट ऑफ वेस्ट वॉटर फ्रॉम ए स्टार्च अँड ग्ल्यूकोज फॅक्टरी,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३, २, १०० (फेब्रुवारी १९११)

२१ 'दि स्टोरी ऑफ कॉर्न अँड इट्स प्रॉडक्ट्स,' कॉर्म इंडस्ट्री रिसर्च फौंडेशन, इन्कॉ; न्यू यॉर्क, (१९५२)

२२ व्हॅन पॅटेन, ई. एम., आणि जी. एछ. मॅक् इंटॉश, 'वेस्ट सेव्हिंग्ज ॲट अमेरिकन मेझ प्रॉडक्ट्स कंपनी,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१) पान ३४४

२३ व्हॅनपॅटेन, ई. एम; आणि जी. एछ. मॅक्इंटॉश, 'फॉर्म प्रॉडक्ट्स मॅन्युफॅक्चर, वेस्ट लोड रिडक्शन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ११, १४४३ (नोव्हेंबर १९५२)

२४ व्हॅनपॅटेन, ई एम; आणि मॅक्‌इंटॉश, जी. एछ., 'लिक्विड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, कॉर्न प्रॉडक्ट्स मॅन्युफॅक्चर,' इंडस्ट्रियल अ‍ॅन्ड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ४८३–४८७ (मार्च १९५२)

२५ वॅग्नर, टी. बी., 'डिस्पोजल ऑफ स्टार्च फॅक्टरी वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनि-अरिंग केमिस्ट्री, ३. २, ९९ (मार्च १९११)

२४–३. फॉस्फेट उद्योग –

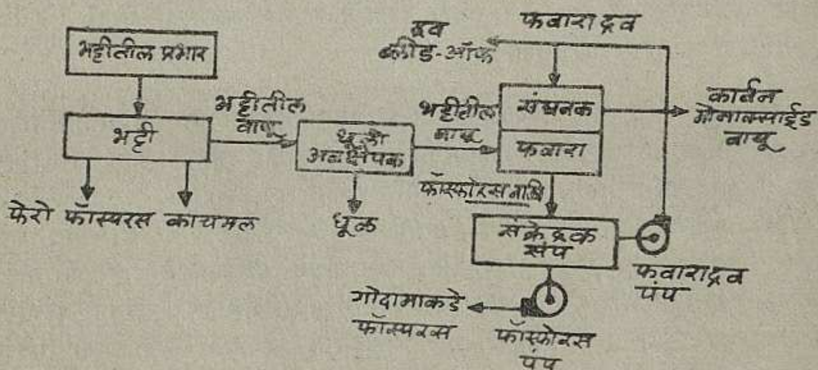
दोन अब्ज (billion) वर्षापूर्वी जेव्हा पृथ्वीची प्रथम निर्मिती झाली तेव्हा वितळलेला खडक थंड झाला आणि अल्प प्रमाणात अपॅटाईट. ट्रायकॅल्शियम फ्ल्यूरोसल्फेट खनिजे असलेल्या खडकात त्याचे घनीकरण झाले. वातावरणात अनावृत्त राहिल्याने हे खडक हळूहळू झिजू लागले, काही प्रवाहात वाहून गेले, आणि शेवटी सागरात विलीन झाले. सागरी जीवनातील काही जातींनी आता कॅल्शियम, चुनखडी, गार, वाळू इत्यादीच्यांशी एकत्रित झालेल्या फॉस्फरच्या अंशांना आपली आवरणे आणि शरिरे बनविण्याकरता ओढून घेतले. सागरी जीवनातील ह्या निरनिराळ्या जाती अखेरीस नाश पावल्या आणि सागराच्या तळाशी अवस्थापित झाल्या आणि फॉस्फरसचा अंतर्भाव असलेल्या निक्षेपांचे जाड थर तयार झाले: १० दशलक्ष वर्षांपूर्वी फ्लॉरिडा समुद्राच्या तळाशी होता. त्यामुळे असे निक्षेप आता मुख्यतः फ्लॉरिडातून व्यापारी स्वरूपात खाणीतून काढून घेण्यात येतात (२०). जगातील फॉस्फेट खडकाच्या पुरवठ्यापैकी सुमारे ७२ टक्के फॉस्फेट मध्य फ्लॉरिडातील बार्टो या लहान शहराशी केंद्रीभूत असलेल्या सुमारे ५० मैल व्यासाच्या गोलाकार क्षेत्रातून प्राप्त होते.

ह्या प्रदेशातील खडक फॉस्फेटयुक्त वाळूच्या व चिकमातीच्या संयोजी द्रव्यात सन्निहित झालेल्या लहान गोटयांच्या स्वरूपात आढळून येतो. मूलतः अवसादी असलेल्या या संस्तरांवर फॉस्फेट नसलेले वाळू आणि चुन्याचे अलिकडेच निर्माण झालेले खडक आहेत. जरी ६० फुटा-पेक्षा जास्त खोलीवर खाणकाम क्वचितच करण्यात येत असले तरी शेकडो फूट खोलपर्यंत निर-निराळ्या खोलीवर फॉस्फेटचा खडक आढळून येतो. खाणीतून दगड काढून घेण्याच्या आधी प्रथम मोठाल्या डोलखनित्रांनी (drag lines) अधिभार (overburden) खरडून काढण्यात येतो आणि अनावृत्त संयोजी द्रव्य (matrix) पट्टयापट्टयात खणण्यात येते. पूर्वी तयार केलेल्या खड्डयांत हे खणलेले संयोजी द्रव्य ओतून तेथें ते द्रवीय बंदुकांनी पाण्यात मिसळून पंपाच्या खड्डयात वाहून नेले जाते. तेथून फॉस्फेटचे संयोजी द्रव्य आणि जलमिश्रण दाबनलिका-मधून धावन-संयंत्राकडे नेण्यात येते. तेथे फॉस्फेटाश्माचे मोठाले कण चाळून कंपन मेज आणि

जलीय सज्जीकरण कोनांच्या सहाय्याने काढून घेण्यात येतात. २०० छिद्रांच्या चाळणीवर राहिलेले सर्व कण लेप देऊन मोठ्या निर्मलकारकांत जलीय सज्जीकरण केले जाते आणि फॉस्फटच्या कणावर pH च्या नियंत्रणासाठी NaOH ने त्यांचे अनुकूलन (canditioning) करून व (टॉल अथवा रोझीन तेलासारख्या द्रवांचा) वरणात्मक (selective) तरंगण प्रक्रिया केली जाते त्यासाठी पुनःप्राप्त करण्यात येतात.

निर्जलीकरण आणि सल्फ्युरिक अम्लाचे उपचार केल्यानंतर, सिलिका द्रव्यावर एक अमाईनचा वरणात्मक लेप दिला जातो व ते तरंगत सोडून देऊन त्यांतील फॉस्फेटचा शेवटचा अंश व्यापारी कामासाठी पुरेसा होईल इतका सकेंद्रित करण्याकरता एका अन्य तरंगण प्रक्रियेचा उपयोग करून फॉस्फेटयुक्त नसलेली वाळू काढून टाकण्यात येते. अंतिम द्रव्य नंतर भट्टीत सुकविण्यात येते आणि खत म्हणून प्रत्यक्षपणे विकण्यात येते, अथवा सुपर फॉस्फेट अगर त्रिक् फॉस्फेट तयार करण्याकरता त्याबर आणखी प्रक्रिया करण्यात येते. तसेच मूळ फॉसफरस अथवा फास्फोरिक अम्ल तयार करण्याकरता विद्युत भट्टीत त्याचे ज्वलन करण्यात येते.

(आ. २४–८) विद्युत भट्टीतल्या परिवर्तन प्रक्रियेचे हॉर्टन आणि इतरांनी (१०) वर्णन केले आहे. कोक या अपचायक कारका (redueing agent) बरोबर आणि प्रद्रावक (flux) म्हणून काम देणाऱ्या सिलिकेबरोबर भट्टीतील प्रभार म्हणून फॉस्फेटच्या दगडांचे संमिश्रण करण्यात येते. भट्टीत गॅसच्या स्वरूपात फॉस्फरस मुक्त होण्याकरता विजेवर प्रभार प्रद्रावित



आकृति २४–८. फॉस्फेट खडकाचे फॉस्फरसमध्ये परिवर्तन करण्याची विद्युत् भट्टी (१०)

(smelt) करण्यात येतो आणि कॅल्शियम सिलिकेट आणि फेरोफॉस्फरचे मिश्रण असलेला दाट कांचमल (slag) पाठीमागे रहातो; तो अधून मधून काढून घेण्यात येतो. (५००°F ते ८०० °F तपमान असलेल्या) भट्टीतील गॅसमध्ये फॉस्फरस CO_2, आणि अल्प प्रमाणात अनेक अन्य वायुरूप अशुद्ध द्रव्ये असतात. सामान्यतः गॅस विद्युत् अवक्षेपकारकांनी (electric precipit-ators) स्वच्छ करण्यात येतात आणि दाट द्रवरूपात ते पाण्याने संघनित करण्यात येतात. त्यानंतर पाणी आणि दाट द्रवरूप फॉस्फरस अवसादन करून अलग करण्यात येतात.

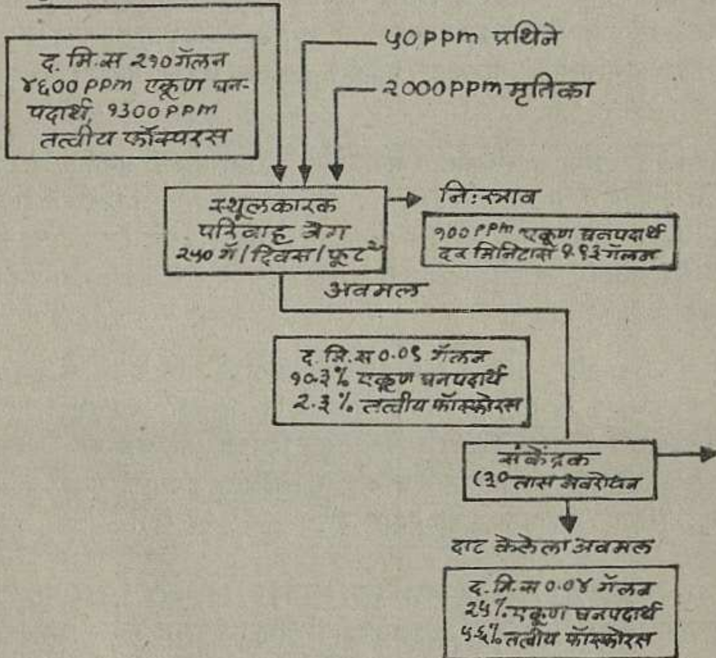
फॉस्फेट उद्योगांतील अपशिष्टांचा उद्भव १) खाणीतून दगड काढण्यामुळे व २) मूळचा फॉस्फरस व अन्य शुद्ध रसायनाकरता दगडावर प्रक्रिया करण्यामुळे होतो. खाणकामातील प्रमुख अपशिष्टाचा उद्भव, जेथे फॉस्फेट दगड जलद्रावणातून वेगळा करण्यात येतो त्या **धावक संयंत्रातून** आणि जेथे फॉस्फेटचे कण चाळणीवर राहिलेल्या अशुद्ध द्रव्यापासून अलग करण्यात येतात तेथील **तरंगणकारकातून** होतो. फॉस्फेटवर प्रक्रिया करण्यात जलधारित अपशिष्टाचे प्रमुख उत्पत्तिस्थान अपचयन भट्टीतील **संघनक जलनिःस्त्राव** (bleed off) हे असते (आ. २४-८ पहा).

फॉस्फेट दगडाच्या खाणकामातील अपशिष्टांच्या राशी मोठ्या असतात. तरंगण संयंत्रात सामान्यपणे अदमासे द मि. स ३०००० गॅलन अपशिष्ट वापरून प्रस्त्रावित करण्यात येते. त्यात सूक्ष्म चिकणमाती आणि कलील अवपंक (slime) असतात; तसेच (लाकडाचा लगदा तयार करण्यातील रासायनिक रेझीनयुक्त उपपदार्थांसारखे) काहीसे टॉल तेल अथवा पुंजीकारकातील रोझीन तेल असते.

फॉस्फरसच्या परिष्करणातील संघनक जल निःस्त्रावाची राशि द. मि. स १० पासून १०० गॅलन पर्यंत बदलती असते (१०) आणि त्यातील सर्वात महत्वाची अंतर्वस्तु कलील स्वरूपातील मूळ फॉस्फरस ही असते. ती जर चरांमध्ये सुकू दिली तर पेट घेऊ शकते. अपशिष्टातील आणखी एक महत्वाचा घटक फ्लूरीन हा आहे; तो भट्टीतील गॅसमध्यें सुद्धा असतो हॉर्टनने फॉस्फरच्या अपशिष्टांचे सामान्य गुणधर्म दिले आहेत (को. २४-२).

ह्या अपशिष्टावर उपचार करण्याकरता, अवशेषण (tailing), साठवण, आणि अवपंकाचे अवस्थापन करण्यासाठी जमिनीवरच्या जागेची तरतूद करण्यात येते. फॉस्फेट दगडातील अपशिष्टांवरील उपचारणाच्या उपायांत या पद्धतींचा आणि आधुनिक पुंजीकारकांच्या वापराचा अतर्भाव असतो असे असले तरी वाळूचे अवशेष काढून टाकण्याकरता व पुनरुपयोग करण्यापूर्वी धावनजल साठवून ठेवण्याकरता यांत्रिकी निर्मलकारकांचाही सामान्यपणे उपयोग करण्यात येतो (३६).

(आतापर्यंत) अन्वेषित केलेल्या अथवा अमलात आणण्याचे प्रयत्न करण्यात आलेल्या फॉस्फरसच्या परिष्करण संयंत्रातील संभाव्य उपचारणाच्या अथवा विस्तारणाच्या पद्धतीत वर उल्लेखिलेल्या खांजणीकरण, ऑक्सीकरण. आणि (पूर्वरासायनिक किलाटन करून अथवा न करता) करण्यात येणारे अवस्थापन, ह्यांचाच केवळ समावेश होतो असे नसून निस्यंदन व अपकेंद्रणाचाही त्यात समावेश असतो. या तंत्रांपैकी किलाटन व अवस्थापन करणे हे सर्वात उत्तम उपाय असल्याचे हॉर्टन आणि इतराना (१०) दिसून आले त्याने आयोजनाच्या स्वरूपात आपल्या प्रायोगिक संयंत्रावरील निष्कर्ष (आ. २४–९) सादर केले आहेत आणि त्याचे असे म्हणणे आहे की, साधी किलाटन व अवसादनाची प्रक्रिया करून ४० पट (२० टक्के घनपदार्थ) सांद्रणे प्राप्त करता आली.



आकृति २४–९. फॉस्फरसच्या परिष्करणातील अपशिष्टावर उपचार करणाऱ्या प्रायोगिक संयंत्राची संक्षिप्त रूपरेषा (१०)

कोष्टक २४–२

फॉस्फरसची अपशिष्टे (१०)

गुणधर्म	राशी अथवा मूल्य
pH	१.५–२.०
तपमान	१२०–१५०°F
मूलभूत फॉस्फरस	४००–२५०० ppm
एकूण तरंगते घनपदार्थ	१०००–५००० ppm
फ्ल्यूरीन	५००–२००० ppm
सिलिका	३००–७०० ppm
P_2O_5	६००–९०० ppm
अपचायक (I_2) सारखे पदार्थ	४०–५० ppm
आयनिक प्रभार	प्रधानतः घन (+)

संदर्भ : फॉस्फेटची अपशिष्टे –

१ बिक्स्लर, जी. एछ., जे, वर्क., आणि आर. एम. लॅटिग, 'एलेमेंटल फॉस्फरस,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४८, १, २ (जानेवारी १९५६)

२ बाऊल्स, ओ; 'फ्लॉरिडा फॉस्फेट होल्ड्स अटेन्शन ऑफ अमेरिकन इन्स्टिटयूट ऑफ मायनिंग इंजिनिअर्स,' रॉक प्रॉडक्ट्स, ५३, १, १६४ (जानेवारी १९५०)

३ ब्रेटन ई. ज्यू; आणि एन. एछ. वॅगमन, 'कॅल्शियम फ्ल्यूराईड,' यूनायटेड स्टेट्स पेटंट २४१००४३ (आक्टोबर २९, १९४६)

४ ब्रिजर्स, जी. एल; जे. डब्ल्यू. मूर, आणि एछ. एम. मॅक्लेऑड, ज्यू; 'फॉस्फॅटिक ॲनिमल फीड सप्लिमेंट,' इंडस्ट्रियल अँड इजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४१, ७, १३९१ (जूलै १९४९)

५ फुलर, आर. बी; 'दि पोझीशन ऑफ दि पेब्रल फॉस्फेट इंडस्ट्री इन स्ट्रीम सॅनिटेशन,' १ ल्या वार्षिक सार्वजनिक स्वास्थ्ज अभियांत्रिकी संमेलनाची कार्यवाही, फ्लॉरिडा विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४८) २६ वे परिपत्रक, (एप्रिल १९४९)

६ फुलर, आर. बी; 'दि पोझीशन ऑफ दि पेब्रल फॉस्फेट इंडस्ट्री ऑफ फ्लॉरिडा इन स्ट्रीम सॅनिटेशन अँज ऑफ (नोव्हेंबर, १९४९) ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट समेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यु विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९४९)

७ फुलर, आर. बी., 'फॉस्फेट इडस्ट्री पोझीशन इन फ्लॉरिडा,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५, ७०० (मे १९५१)

८ हॉल, जे. बी; आणि एन. ए. हॉजेस, 'रिकव्हरी ऑफ फॉस्फेट फाइन्स,' युनायटेड स्टेट्स पेटंट २१ १३ ७२७, (एप्रिल १२, १९३८)

९ हिग्रेट, टी. पी; आणि एम. आर. सीजेल, 'रिकव्हरी ऑफ फ्ल्यूरीज फ्रॉम स्टॅक गॅसेस,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४१, ११, २४९३ (नोव्हेंबर १९४९)

१० हॉर्टन, जे. पी; जे मोले, आणि एछ. सी. बेज, 'प्रोसेसिंग ऑफ फॉस्फरस फर्नेस वेस्ट्स,' स्युवेज ॲन्ड इंड स्ट्रियल वेस्टस, २८, १, ७० (जानेवारी १९५६)

११ ली, डब्ल्यू. एल. आणि जी. ए. रॉब्लिच 'रिमूव्हल ऑफ फॉस्फेट फ्रॉम ट्रीटेड स्युवेज,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ३, २६१ (मार्च १९५४)

१२ लेनहार्ट, डब्ल्यू. बी; 'लेटेस्ट रिकव्हरी मेथड्स हायलाईट फ्लॉरिडा फॉस्फेट प्लँट,' रॉक प्रॉडक्ट्स, ५४, ३, ७४ (मार्च १९५१)

१३ लेनहार्ट, डब्ल्यू. बी., 'डेव्हलपमेंट्स इन प्रोडयूसिंग ऑफ फॉस्फेट्स,' रॉक प्रॉडक्ट्स, ५५, ५, ८० (मे १९५२)

१४ मॅक् कार्दी, जे. ए., आणि डब्ल्यू. ई. कॅसीडी, 'व्हायाबिलिटी ऑफ बॅक्टीरिया इन दी प्रेझेन्स ऑफ फॉस्फेट्स,' न्यू इंग्लंड जलकार्य संस्थेचे नियतकालिक, ५७ (१९४३) पा. २८७

१५ मेनार्ड, पी., 'लाइट वेट ॲग्रिगेट फ्रॉम फॉस्फेट स्लाइम्स,' इंजनिअरिंग अँड मायनिंग जर्नल, १५२, ५, ९२ (मे १९५१)

१६ मर्डक, एछ. आर; 'इंडस्ट्रियल वेस्ट,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४३, १२, ८९ A (डिसेंबर १९५१)

१७ मर्डक, एछ. आर; 'इंडस्ट्रियल वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४ ५, ११५ A (मे १९५२)

१८ ओरेंगो, ए; 'थ्री न्यू स्टेप्स इन ट्रीटिंग फ्लॉरिडा फॉस्फेट रॉक,' इंजनिअरिंग अँड मायनिंग जर्नल, १५१, १२, ७८ (डिसेंबर १९५०)

१९ ओबेन, आर; 'रिमूव्हल ऑफ फॉस्फरस फ्रॉम स्युवेज एफ्ल्युअंट वुइथ लाईम,' स्युवेज अँन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ५, ५४८ (मे १९५३)

२० 'फॉस्फेट, दि सर्व्हंट ऑफ मॅनकाइंड, ऑईल पॉवर, २६, ३, (जून–जूलै १९५१)

२१ 'फॉस्फेट्स,' राज्य जल प्रदूषण नियंत्रण मंडळ, सॅक्रॅमेंटो, कॅलि; जल गुण नियंत्रण निकष, प्रकाशन ३ (१९५२) पान ३२२

२२ रुडॉल्फ्स, डब्ल्यू. 'फॉस्फेट्स इन स्युवेज अँड स्लज ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, १, ४३ (जानेवारी १९४७)

२३ सॉयर, सी. एन; 'सम न्यू आस्पेक्टस ऑफ फॉस्फेट्स इन रिलेशन टू लेक फर्टिलायझेशन,' स्युवेज अँन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ६, ७६८ (जून १९५२)

२४ सेफ्राइड, डब्ल्यू. आर., 'रिकव्हरी ऑफ व्हॅल्यूज फ्रॉम फॉस्फेट रॉक,' युनायटेड स्टेट्स पेटंट २१५२३६४, (मार्च २८, १९३९)

२५ स्पेक्ट, आ. सी; 'इफेक्ट ऑफ वेस्ट डिस्पोजल ऑफ दि पेबल फॉस्फेट रॉक इंडस्ट्री इन फ्लॉरिडा ऑन कंडिशन्स ऑफ रिसीव्हिंग स्ट्रीम्स,' मायनिंग इंजनिअरिंग, १८७, ७, ७७९ (जूलै १९५०)

२६ स्पेक्ट, आर. सी; 'फॉस्फेट वेस्ट स्टडीज,' फ्लॉरिडा अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, फ्लॉरिडा विश्वविद्यालय, ३२ वे परिपत्रक, (फेब्रुवारी १९५०)

२७ स्पेक्ट, आर. सी., 'डिस्पोजल ऑफ वेस्ट्स फ्रॉम दी फॉस्फेट इंडस्ट्री,' जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचें नियतकालिक, ३२, ९, ९६९ (सप्टेंबर १९६०)

२८ स्पेक्ट, आर. सी., आणि डब्ल्यू. ई. हेरॉन, ज्यू. 'लाइट वेट अॅग्रिगेट्स फ्रॉम फॉस्फेट स्लाइम्स,' रॉक प्रॉडक्ट्स, ५३, ५, ९६ (मे १९५०)

२९ स्विन्सन, एस. जे., 'वॉशिंग अँड कॉंसेंट्रेटिंग फ्लॉरिडा पेबल फॉस्फेट,' मायनिंग अँड मेटॅलर्जी, २५ (आक्टोबर १९४४) पान ४५४–४६९

३० सिंपोझियम ऑन फॉस्फेट्स अँड फॉस्फरस,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ७, १५१९ (जूलै १९५२)

३१ थॉम्प्सन, डी., 'अल्ट्रासॉनिक कोअॅग्यूलेशन ऑफ फॉस्फेट टेलिंग,' व्हर्जीनिया तंत्र–

निकेतन संस्था, अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्राचे परिपत्रक, ७५ वी माला, खंड XLIII, (जुलै ५, १९५०)

३२ 'ट्वेल्थ पर्ड्यू इंडस्ट्रियल वेस्ट कॉन्फरन्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, २, ४८ (जूलै-ऑगस्ट १९५७)

३३ वॅगॅमन, डब्ल्यू एछ., आणि आर ई. बेल, 'फॅक्टर्स अँफेक्टिग डेव्हलपमेंट, वेस्टर्न फॉस्फेट,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४२, २, २६९ (फेब्रुवारी १९५०)

३४ वॅगॅमन, डब्ल्यू. एछ., आणि ई. आर. रुहलमन, 'कॉन्झर्व्हेशन प्रॉब्लेम्स ऑफ दि फॉस्फेट इंडस्ट्री,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४८, ३, ३६० (मार्च १९५६)

३५ वेककोल्ड, जे. डब्ल्यू., 'सेमी. ट्रॉपिकल इंडस्ट्रियल वेस्ट प्रॉब्लेम्स,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५२) पान ५०३

३६ वेकफील्ड, जे. डब्ल्यू., 'अँज फ्लॉरिटा ग्रोज, सोडझ इट्स इंडस्ट्रियल वेस्ट प्रॉब्लेम,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, २४, १०, ४९५ (आक्टोबर १९५३)

३७ वुइल्यम्स, डी. ई., एफ. एल. मॅक्लेऑड, ई. म्यूरेल, आणि एछ. पॅट्रिक, 'अँनिमल फीटिंग टेस्ट,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४१, ७, १३९६ (जूलै १९४८)

३८ राइट, डी. एम; 'डीवॉटरिंग मटीरिअल्स सच ऍज फ्लॉरिडा फॉस्फेट रॉक,' युनायटेड स्टेट्स पेटंट २१५८१६९, (मे १६, १९३९)

२४-४. साबण आणि प्रक्षालक (detergent) उद्योग

तुलनेने प्रत्यक्षात लहान प्रमाणात द्रव-अपशिष्टे निर्माण करणारा पण त्यातील पदार्थ घरात आणि कारखान्यात वापरल्यानंतर जेव्हा ते प्रस्त्रावित करण्यात येतात तेव्हा लोकांत मोठ्या प्रमाणात चिंता उत्पन्न करणारा हा उद्योग आहे.

साबण तयार करण्यात साका काढण्याच्या द्रोण्यावरील पाश-टाक्यात (trap tanks) अपशिष्ट-जले प्रस्त्रावित होतात. तेथे तरंगू शकणारी चरबीयुक्त अम्ले पाशांत पुनःप्रापित केली जातात. ही चरबीयूक्त अम्ले केवळ परिचालनाच्या खर्चाचीच भरपाई करतात असे नव्हे तर उपचारण-संयंत्रात घातलेल्या भांडवलाच्या परत फेडीचीही त्यातून तरतूद होऊ शकते.

गिब्ज (९) ने साबण-संयंत्रातील अपशिष्टांवर ४० मिनिटे अवरोधन काल (retention time) ठेवून हवेच्या सूक्ष्म बुडबुड्यांत ते तरंगत ठेवून यशस्वीपणे उपचार केले. तरंग-

णाऱ्या अवमलाचा साकां संग्राहक टाकीत घेण्यात आला आणि तेथून तो अधून मधून पुनःप्रक्रिया करण्याकरता अथवा पुनःप्रापणाकरता साबणाच्या कारखान्यात परत पंप करण्यात आला.

स्वच्छताकारक म्हणून वापरण्यात येणारे प्रक्षालक हा पृष्ठक्रियाशील (surface active) संयुगांचा एक प्रकार आहे. ऋणायनिक (Anionic), धनायनिक (cationic) आणि अनायनिक (nonionic) असे त्यांचे गट पाडता येतील. संश्लेषी pH च्या विस्तृत व्याप्तीत परिणामकारक असतात, आणि कठीण पाण्यात अनेक साबणासारखे त्यांचे अविलेय अवक्षेप (precipitates) तयार होत नाहीत. साबणाच्या ऐवजी, आणि त्याच्या जोडीने संश्लेषी सेंद्रिय प्रक्षालकांचा वापर शीघ्र गतीने वाढला आहे आणि युनायटेड स्टेट्समध्ये १९४१ मध्ये त्याची जी निर्मिती सुमारे २८ दशलक्ष पौंड होती ती १९५५ मध्ये २ अब्ज पौंडापेक्षा जास्त झाली (३२) ही संश्लेषी संयुगे केवळ घरकामातच वापरली जातात एवढेच नव्हे तर वस्त्र निर्मिती, कांतिवर्धक, भेषजीय, धातुरंग, चामडे, कागद आणि रबरांच्या उद्योगातही त्यांचा वापर वाढत्या प्रमाणात होत आहे कारण त्यांच्यात व्यासारणीचे (dispersing) आर्द्रणाचे (Wetting) आणि पायसीकरणाचे (emulsifying) गुणधर्म आहेत (२०).

ह्या जल विलायक अवशेष प्रक्षालकांच्या उपस्थितीमुळे अनेक अडचणींचा उद्भव होतो असे ऐकिवात आहे. त्यातील काही अडचणी खाली दिल्या आहेतः

१) उत्प्रेरित-अवमल उपचारणातील आणि संग्राही नाल्यातील ऑक्सिजनाच्या संक्रामणाला (transfer) त्यांचा अथळा होतो, २) त्यात प्रमाणाबाहेर फेस येतो, ३) ताज्या पाण्यातील खाण्याच्या माशाना ते विषाक्त असतात, आणि ४) जलोपचारण सयंत्रातून ते काढून घेण्यात अडचणी येतात. जल पुरवठ्यातील या संयुगांची उपस्थिती ही एक सार्वजनिक चिंतेची बाब होऊन बसल्याचे दिसून येते, कारण आपल्या पिण्याच्या पाण्यातील अल्प प्रक्षालक ही आपणास प्यावे लागतील, एवढेच नव्हे तर कदाचित अधिक धोकादायक अशा अन्य प्रदूषणाचाही पाण्यात शिरकाव होण्याची शक्यता निर्माण होईल अशी वस्तुस्थिती आहे. बोगनला (२) असे आढळून आले की, सर्व प्रक्षालकांचे (को. २४-३) जैवी आघाताने काही प्रमाणात विघटन होत असले तरी विघटनाच्या वेगाचा रासायनिक रचनेशी संबंध असतो. अल्काइड-अराईल प्रक्षालकाच्या अल्काईल गटाच्या विशाखना (branching) मुळे अल्काईल-बेन्झीन-सल्फोनेट प्रक्षालकाचे ऑक्सीकरण निश्चितपणे मंदावते (retards). अनायनिक पदार्थाच्या जैवरसायनी ऑक्सीकरणास असणारी प्रभाव्यता (suscreptibility) इतर बाबी समान असताना, जसजशी पॉली ऑक्सीथिलीन जलस्नेही (hydrophylic) गटाच्या आकारात वाढ होते तसतशी कमी होते.

कोष्टक २४-३

प्रक्षालकांच्या प्रमुख प्रकारांचे जैव-रसायनी ऑक्सीकरण (बोगन प्रमाणे) (२)

संश्लेषी प्रक्षालक वर्ग आणि प्रकार	५-दिवस २०°C BOD				BOD वॉर्बर्ग पद्धती	
	वाहितमल बीज (sewage seed)		दशानुकूलित बीज (acclimated seed)		दशानुकूलित बीज	
	ppm ×१०³	सैद्धांतिकाची टक्केवारी *	ppm × १०³	सैद्धांतिकाची टक्केवारी*	ppm × १०³	सैद्धांतिकाची टक्केवारी *
अनायनिक						
अल्काईल बेंन्झीन सल्फोनेट						
n-डोडेसिल	२३७	१००	१०४६	४४.२	३००	१२.७
केरिल	०	०	५३५	२१.६	४०	१.७
टेट्रॅप्रोपेन	०	०	८१	३.४	४०	१.७
अल्काईल सल्फेट						
n-डोडेसिल	१३०७	५७.२	१३६२	५९.७	९३०	४०.७
डयुपॅनॉल C	१२५०	४.८	१३३०	५७.४	९२०	४५.२
सल्फोनेटेड एस्टर						
इगेपॉन AP-७८	१३१५	५९.८	१४६०	६६.५	९९०	४५.०
सल्फोनेटेड अमाईड						
इगेपॉन T-७७	१४४३	५२.०	१५५८	५६.०	१५६०	५६.०

कोष्टक २४–३ चालू

विआयनिक (nonlonic)						
अल्काईल फेनॉक्सी						
पॉलीऑक्सीथायलीन						
न्यू ट्रॉनिक्स ६००	०	०	११६	५.४	२५४	११.८
इगेपॉल CA ६३०	१३२	६.१	१२४	५.७	४४०	२०.४
रोहम आणि हॅस						
OPE – ५	३१०	१३.१	३९०	१६.४	१७०	७.२
पॉलीथॉक्सी अमाईड						
एथोमिड HT/१५	९९६	४७.५	८८०	४२.०	४१२	१९.५
एथोमिड HT/६०	२९	१.५	३१०	१५.९	१६	८.२
पॉलाथॉक्सी एस्टर						
एथोफॅट C/१५	१०००	४६.५	८८०	४२.०	६४०	२९.१
एथोफॅट C/६०	२२०	११.८	२४०	१२.८	१६०	८.५
पॉली ग्लायकॉल ईथर्स						
फ्ल्यूरोनिक F ६८	१२४	६.०	२०	१.१	६७	३.६

* CO_2 आणि H_2O त संपूर्ण परिवर्तन होण्याकरता लागणाऱ्या ऑक्सिजनच्या सैद्धांतिक राशीवर आधारित.

संदर्भ : साबण आणि प्रक्षालकातील अपशिष्टे –

१ बेल, सी. ई., 'ॲसीमिलेशन ऑफ हायड्रोकार्बन्स बाय मायक्रो–ऑर्गनिसम्स,' ॲडव्हान्सेस इन एन्झायमॉलजी, १० १९५०) पान ४४३

२ बोगन, आर. एछ; 'दि बायोकेमिकल ऑक्सिडेशन ऑफ सिंथेटिक डि:जंट्स,' १० व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय. ८० वी मालिका (१९५५) पान २३१

३ बोगन, आर. एछ; आणि सी. एन. सॉयर, 'बायोकेमिकल डिग्रडेशन ऑफ सिंथेटिक डिटर्जंट्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ९, १०६९ (सप्टेंबर १९५४)

४ बॉर्डन. एल; आणि. सी एफ आयझॅक, 'इफेक्ट्स ऑफ सिंथेटिक डिटर्जंट्स ऑन दि बायॉलॉजिकल स्टॅबिलायझेशन ऑफ स्युवेज,' सर्व्हेअर, ११५ (१९५५) पान ९१५

५ साबण आणि ग्लिसरीन विनिर्मात्यांच्या संस्थेच्या समितीचा अहवाल, 'डिटर्मिनेशन्स ऑफ ऑर्थोफॉस्फेट, हायड्रोलायझेबल फॉस्फेट ॲंड टोटल फॉस्फेट,' जर्नल ऑफ अमेरिकन वॉटर वर्क्स असोशिएशन, ५०, १२, १५६३ (डिसेंबर १९५८)

६ डीजेन्स, पी. एन. ज्यु; एछ. व्हॅन डर झी, आणि जे डी. कॉमर, 'इफेक्ट्स ऑफ सिंथेटिक डिटर्जंट्स ऑन दि सेटलिंग ऑफ सस्पेंडेड सॉलिड्स,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स' २६, ९, १०८१ (सप्टेंबर १९५४)

७ डउनिंग, ए. एल; आणि एल. जे. स्कॅग, 'दि इफेक्ट ऑफ सिंथेटिक डिटर्जंट्स ऑन दि रेट ऑफ एरिएशन इन डिफ्यूज्ड–एअर ॲक्टिव्हेटेड स्लज प्लँटस,' वॉटर ॲंड वेस्ट ट्रीटमेन्ट जर्नल, (ब्रिट) ७ (१९५८) पान १०२

८ फेअरिंग, जे. डी., आणि एफ आर. शॉर्ट, 'स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक डिटर्मिनेशन ऑफ अल्काइल बेन्झीन सल्फोनेट डिटर्जंट्स इन सर्फेस वॉटर ॲंड स्युवेज,' ॲनॅलिटिकल केमिस्ट्री, २८ १२, १८२७ (डिसेंबर १९५६)

९ गिब्स, एफ एस., 'दि रिमूव्हल ऑफ फॅटी ॲसिड ॲंड सोप्स फ्रॉम सोप–मॅन्युफॅक्चरिंग वेस्ट वॉटर्स,' ५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९४९) पान ४००

१० गिब्स, एफ. एस., 'सोप मॅन्युफॅक्चरिंग वेस्ट्स रिमूव्हल ऑफ फॅटी ॲसिड्स ॲंड सोप्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५, ७०० (मे १९५१)

११ हाऊस, आर., 'ॲनॅलिटिकल डेव्हलपमेंट वर्क फॉर डिटर्जंट ABS डिटर्मिनेशन इन वेस्ट वॉटर्स,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, ११, १२२५ (नोव्हेंबर १९५७)

१२ लॅम्माना, सी; आणि एम. एफ. मॅलेट, बेसिक बॅक्टीरिऑलजी, बाल्टिमूरः वुइ-लियम्स अँड वुईल्किन्स कं.. (१९५३)

१३ MoGauhey, पी. एछ; आणि एस. ए. क्लीन, 'रिमूव्हल ऑफ ABS बाय स्युवेज ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ८, ८७७ (आगस्ट १९५९)

१४ मॅक्किन्ने, आर. ई., 'सिडेट्स अँड वेस्ट डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, ६, ६५४ (जून १९५७)

१५ मॅक्किन्ने, आर. ई; आणि ई. जे, डोनोव्हॅन, 'बॅक्टीरियल डिग्रेडेशन ऑफ ABS, स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ६, ६९० (जून १९५९)

१६ मॅक्किन्ने, आर. ई; आणि जे. एम. सायमन्स, 'वॅक्टिरिअल डिग्रडेशन ऑफ ABS ,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ५, ५४९ (मे १९५९)

१७ मेलोनें, जी. डब्ल्यू., आणि डब्ल्यू. डी. शींटस, 'डिटर्जन्ट बिल्डर्स अँड BOD,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, ३, २६३ (मार्च १९५७)

१८ मॅन्गॅनेली, आर. एछ; एल. ह्यूकेलेकियन, आणि सी. एन. हेंडर्सन,' पर्सिस्टन्स अँड इफेक्ट ऑफ अल्काईल अराईल सल्फोनेट इन स्लज डायजेशन,' १५ व्या औद्योगिक अप-शिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९६०) पान १९९

१९ मन्रो, एल. ए; आणि एम. यॅहॅबे, 'फॉदिग ऑफ सिंथेटिक स्युवेजेस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २९, ८, ८८३ (ऑगस्ट १९५७)

२० निव्हेन, डब्ल्यू. डब्ल्यू., फंडामेंटल्स ऑफ डिटर्जन्सी, न्यू यॉर्क: रिनहोल्ड पब्लिशिंग कॉर्पो; (१९५७)

२१ ओल्डहॅम, एल डब्ल्यू., 'इन्व्हेस्टिगेशन्स इन टू दि इफेक्टस ऑफ ए नॉन-आय-निक सिंथेटिक डिटर्जंट ऑन बायॉलॉजिकल पर्कोलेटिंग फिल्टर्स,' वाहितमल शुद्धीकरण संस्थेचे नियतकालिक आणि कार्यवाही, खंड २, (१९५८) पान १३६

२२ पोर्टर, जे. आर., बॅक्टीरियल केमिस्ट्री अँड फिजिऑलजी, न्यूयॉर्क: जॉन वायलीं अँड सन्स, इन्कॉ., (१९४६)

२३ रेवोल्ड, आर. डी, आणि एल. एछ. थॉम्प्सन 'टाईड अँड सँटीमेस (Santom-esce) इन दि स्युवेज वर्क्स,' सर्व्हेअर, ११५ (१९५६) पान ४१

२४ रॉबर्टस. एफ. डब्ल्यू., 'दि रिमूव्हल ऑफ अनानियक सिंडेट्स बाय बायॉलॉजिकल प्यूरिफिकेशन प्रोसेसेस-ऑब्झर्व्हेशन्स अॅट ल्यूटन अँड लेचवर्थ,' वॉटर अँड वेस्ट ट्रीटमेंट जर्नल, (ब्रिट.), ६, ७, ३०२ (१९५७)

२५ रॉबर्टस, एफ. डब्ल्यू., जाणि जी. आर. लॉसन, 'सम डिटर्मिनेशन्स ऑफ दि सिंथे-टिक डिटर्जंट कंटेंट ऑफ स्युवेज स्लज,' वॉटर अँड वेस्ट ट्रीटमेंट जर्नल (ब्रिट·) ७ (१९५८) पान १४

२६ सॉयर, सी. एन·, 'इफेक्टस ऑफ सिंथेटिक डिटर्जन्टस ऑन स्युवेज ट्रीटमेंट प्रोसे-सेस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, ६, ७५७ (जून १९५८)

२७ सॉयर, सी. एन; आर. एछ. बोगन, आणि जे. आर. सिंप्सन, 'बायोकेमिकल बिहे-वियर ऑफ सिंथेटिक डिटर्जन्टस,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४८, २, २३६ (फेब्रु-बारी १९५६)

२८ सॉयर सी. एन.; आणि डी. डब्ल्यू. राइक्मन, 'अनायनिक सिंथेटिक डिटर्जन्टस अँड वॉटर सप्लाय प्रॉब्लेम्स,' जनरल ऑफ दि अमेरिकन वॉटर वर्क्स असोसिएशन, ४९, ४, ४८० (एप्रिल १९५७)

२९ शीट्स, डब्ल्यू. डी., आणि जी. डब्ल्यू. मॅलोने, 'सिंथेटिक डिटर्जंन्टस अँड दि BOD टेस्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २८, १, १० (जानेवारी १९५६)

३० स्टॅनियर, आर. वाय; 'प्रॉब्लेम्स ऑफ बॅक्टीरियल अॅक्सिडेटिव्ह मेटॅबॉलिझम,' बॅक्टीरिऑलॉजिकल रिव्हयू, १४ (१९५०) पान १७९

३१ 'सिंथेटिक डिटर्जन्ट्स इन पर्स्पेक्टिव्ह,' सोप आणि प्रक्षालक संस्था, २९५ मॅडिसन अॅव्हे; न्यूयॉर्क, एन. वाय. ने (१९६२) मध्ये संकलित केले.

३२ टूस्डेल, जी. ए; 'फोमिंग ऑफ लिक्विड्स कंटेनिंग सिंथेटिक डिटर्जन्ट्स,' वॉटर वेस्ट ट्रीटमेंट जर्नल (ब्रिट.), ७, ७, १०८ (१९५८)

३३ युनायटेड स्टेटस टॅरिफ कमिशन रिपोर्टस, 'सिंथेटिक ऑर्गेनिक केमिकल्स, यू. एस· प्रॉडक्शन अँड सेल्स,' २ री मालिका, शासकीय मुद्रण कार्यालय, वॉशिंग्टन, डी. सी.

३४ वीव्हर, पी. जे; 'डिटर्मिनेशन ऑफ ट्रेस अमाऊंट्स ऑफ अल्काईल बेन्झीन सल्फो नेट्स इन वॉटर,' अॅनॅलिटिकल केमिस्ट्री, २८, १२, १९२२ (डिसेंबर १९५६)

२४-५. विस्फोटकांचा उद्योग -

आपल्या समाजातील सार्वजनिक आणि खाजगी गरजा पुरविणाऱ्या खालील किमान तीन महत्वाच्या प्रक्रियांच्याशी या उद्योगाचा संबंध येतो: १) TNT चे उत्पादन, २) बिन-

धुराच्या दारुची विनिर्मिती, आणि ३) लघु शस्त्राकरता दारुगोळा तयार करणे. युद्धकालांत जरी हा उद्योग विशेषे करून कार्यप्रवण होत असला तरी बंदुका, दारुगोळा, आणि विस्फोट-कांचा शांततेच्या काळातही भरपूर उपयोग करण्यात येतो, कारण शिकार, खाणकाम, सुरुंगाची जरूरी असलेले संरचन प्रकल्प, आणि शोभेचे दारुकाम व केपाच्या पिस्तुलाच्या विनिर्मितीत त्याची आवश्यकता असते.

TNT (ट्रायनायट्रो टूल्वीन) च्या उत्पादनात योग्य तपमानाच्या नियंत्रणाखाली नायट्रिक व सल्फ्युरिक अम्लांबरोबर टूल्वीनचे मिश्रण करण्यात येते आणि नायट्रेटचे गट एकामागून एक सावकाशपणे त्यात मिसळण्यात येतात, आणि शेवटी ट्रायनायट्रोटूल्वीन हा मुख्य पदार्थ निर्माण होतो; नंतर शेष अम्लापासून तो मुक्त होण्याकरता धुण्यात येतो, आणि त्याचे स्फटिकीकरण करून सोडियम सल्फेटने शुद्धीकरण केले जाते. अशुद्ध बीटा व गामा ट्रायनायट्रोटूल्वीन अल्फा ट्रायनायट्रोटूल्वीन मधून विलेय सल्फोनेटच्या स्वरूपात धुण्यात येतात आणि नंतर अखेरीस शुद्ध केलेला पदार्थ पुनः वितळवून, त्याची पत्री करून पॅकबंद करण्यात येते.

बिनधुराच्या दारूच्या विनिर्मितीत 'कॉटन लिंटर्स' म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या शुद्ध केलेल्या कापसावर नायट्रिक आणि सल्फ्युरिक अम्लांच्या मिश्रणाचे उपचारण करण्यात येत आणि त्यातून सेल्यूलोज नायट्रेट तयार होते. हा पदार्थ शुद्ध करण्यासाठी अनेक पद्धती वापरल्या जातात आणि त्यात उकळणे, संमर्दन (macerating) आणि धावन, यांचा समावेश आहे. तो नंतर कलील व्हावा म्हणून ईथर-अल्कोहोल आणि एका स्थिरीकारकाबरोबर त्याचे मिश्रण करण्यात येते. पोलादी साच्यात दाब देऊन दारूचे कणीकरण करण्यात येते, विलेयकाचे पुनः-प्रापण केले जाते, आणि दारू सुकवून बाजारात पाठविण्यासाठी तिचे संमिश्रण (blending) करण्यात येते.

लघु-शस्त्रांकरता दारुगोळा तयार करण्यात प्रथम पितळी वेष्टन, नंतर प्रक्षेप्य (projectile) बनविण्यात येतात, आणि तदनंतर आघात टोपी (percussion cap) भरण्यात येते. सरतेशेवटी बिनधुराच्या दारूसह सर्वभाग जोडण्यात येतात. काडतुसाची वेष्टने व प्रक्षेप्यावरणे (jackets) बनविण्यातून मुख्य अपशिष्टांचा उद्‌भव होतो, कारण ह्या वस्तू धातु-निःस्त्रावित (extruding) आणि तापानुशीतन (annealing) करून त्यांचे अम्ल मार्जन केलेले असते प्रक्षालक वापरून त्यांचे धावन केले जाते आणि साचांना वंगण लावून ते सिद्ध करण्यात आलेले असतात. शिशाच्या धातुपिंडांतून (ingots) तार ओढून प्रक्षेप्यास आकार दिल्या जाणाऱ्या शिसाच्या कारखान्यातही काही अपशिष्टांचा उद्‌भव होतो.

TNT च्या अपशिष्टांचे गुणधर्म असे असतात की ती सामान्यतः स्वच्छ, स्वच्छ, उच्च वर्णीय, तीव्र अम्लीय, आणि बाष्पशील घनपदार्थांची बरीच टक्केवारी असलेली, गंध 'रसायनी, आणि चव अम्लीय असलेली, संग्राही जलात पोहोचल्यावर कोणच्याहीं बदलास प्रतिरोध कर-णारी अशी ती अपशिष्टे असतात नायट्रीकरण केल्यानंतरच्या धावनात, अम्ल धावन-जले आणि सल्फाईट-शुद्धीकरण-धावन-जल (तांबडे पाणी), अशी दोन मुख्य अपशिष्टे असतात. नायट्रीकरण धावन जल अम्लीय आणि पिवळें असते तर तांबडे पाणी क्षारीय आणि इतके लालभडक असते कीं ते जवळजवळ काळचा रंगाचे दिसते. स्मिथ आणि वॉकरनी (१२) (को. २४-४ व २४-५) TNT च्या दोन स्वतंत्र जलातील नमुनेदार निष्कर्ष सादर केले आहेत.

बिनधुराच्या दारूत खालील चार प्रमुख अपशिष्टें असतातः १) कापसाचे नायट्रीकरण केल्यानंतर आणि पदार्थ शुद्ध केल्यानंतर राहिलेला अवशेष, २) सेल्यूलोज नायट्रेट ज्यात उकळत्या पाण्यातील लुप्त गनकॉटन, ३) विलायक-पुनःप्रापणाच्या व्यवस्थेतून लुप्त झालेले ईथर-अल्कोहोल आणि ४) डायफेनिल अमाईनच्या विनिर्मितीतील अॅनीलीन १००००० पौंड दारू करण्यातील अपशिष्टांच्या राशीच्या केलेल्या एका अंदाजा (१२) प्रमाणे एकूण ८३ द. ल. गॅलन अपशिष्ट-जलात, ८९५०० पौंड मिश्र अम्ले, २५०० पौंड अल्कोहोल, आणि १२५ पौंड कापूस. उपस्थित असतात. स्मिथ आणि वॉकर (१२) नी ही (को, २४-६) दारूच्या तीन संयंत्रावरील सर्वसाधारण विश्लेषणात्मक निष्कर्ष सादर केले आहेत; त्याप्रमाणे सल्फेट व नायट्रेटचे उच्च सांद्रण असलेले तीव्र अम्लीय द्रव-अपशिष्ट बऱ्याच प्रमाणात निर्माण होते.

लघु-शत्र दारूगोळचाच्या अपशिष्टांचे ठळक गुणधर्म, त्यांचा गढूळपणा व हिरवट करडा रंग हे असतात, त्यांना स्निग्ध अथवा साबणासारखा वास येतो आणि त्यात अम्ल मार्जन-स्नानातील तांबे व जस्त आणि कलम तेले (cutting oils) व साबण असतो. को. २४-७ व २४-८ मध्ये तीन नमुनेदार संयंत्रातील सरासरी अपशिष्टाचे गुणधर्म दिले आहेत. त्यावरून असे दिसते कीं, ३६००० गॅलन प्रवाहात १०० पौंड ग्रीज, १२ पौंड तांबे, ९५ पौंड बाष्पशील तरंगते घनपदार्थ, व ५ दिवसांच्या BOD चे लोकसंख्या सममूल्य दर १००००० मिश्र दारू-गोळचास ३०० लोका इतके असते.

कोष्टक २४–४

TNT अपशिष्टांच्या राशी (१२)

गुणधर्म	उत्पादन केलेल्या दर १००००० पौंड दारूगोळ्याकरता (TNT व DNT) अपशिष्ट			
	संयंत्र अ	संयंत्र ब	संयंत्र क	सरासरी
प्रवाह, दशलक्ष गॅलन	१.१७	१.०८		१.१२
H_2SO_4 म्हणून मुक्त खनिज अम्ल, पौंड	२०७०	१२१०	३१४०	२१४०
सल्फेट्स, पौंड	५५६०	५४५०	२८४०	४६२०
NH_3 नायट्रोजन, पौंड	४९.७		२७.२	३८५
NO_2 नायट्रोजन, पौंड	१४०	१७९	६०	११६
NO_3 नायट्रीजन, पौंड	१०६२		३०२	६८४
उपयुक्त ऑक्सिजन, पौंड	८३६०	४९९०	१०५५	४८००
एकूण घनपदार्थ :				
बाष्पशील, पौंड	९४६०	६१८०	६४४०	७३६०
राख, पौंड	१२२४०	१०२२०	४९८०	९१५०
तरंगते घनपदार्थ,				
बाष्पशील, पौंड	२००	११८	१७०	१६३
राख, पौंड	१३८०	१३०	६	५०५

कोष्टक २४–५

TNT च्या अपशिष्टांच्या विश्लेषणात्मक निष्कर्षांची सरासरी (१२)

संयंत्र	pH	रंग	गंध संकेंद्रण	ppm										
				अम्लता		उपभुक्त ऑक्सिजन	SO_4	नायट्रोजन			एकूण घनपदार्थ		तरंगते घनपदार्थ	
				मेथिल लाल	फेनॉलथॅलीन			NH_2	NO_2	NO_3	बाष्पशील	राख	बाष्पशील	राख
अ	२.४	७१००	७०	२९१	४८५	७९५	६७२	५.३	१५	१०७	१००४	१२७३	२२	१४४
ब	२.७	६३००	१६	१३४	१७८	५५१	६०४		२०		६८६	११२३	१४	१५
सरासरी														
अ आणि ब	२.६	६७००	४३	२१२	३३२	६७३	६३८	५.३	१८	१०७	८५०	११९८	१८	८०
क (शीतन जल नाही)	१.२	३४०००	११	३२३०	३४६०	१०५७	२९२३	२.८	६२	३१०	५४९०	४६८५	१७	०

कोष्टक २४–६

दारूगोळयांच्या तीन संयंत्रातील अपशिष्टांच्या विश्लेषणात्मक निष्कर्षांची सरासरी (१२)

संयंत्र	pH	रंग	गंध संकेंद्रण	ppm											
				अम्लता		५–दिवस BOD	उपयुक्त ऑक्सिजन	SO_4	नायट्रोजन		एकूण घनपदार्थ		तरंगते घनपदार्थ		साबणाचे काठिण्य
				मेथिल लाल	फेनॉल थॅलीन				NO_2	NO_3	बाष्पशील	राख	बाष्पशील	राख	
अ	< १'६			१८६०	१९९०	४९.१	७६.२	१२८०	२.७	५३०			२९	२४	
ब	< १.६	५३	२१	१५४०	१६१०	४७ ६	९९.८	११००	१.९	४७०	६८७	३५४	५४	१३६	२४१
क–एकत्रित प्रवाह		५२		२८२०	२९७०	६२.९	९१.४	१५१२	२.४	६५०	२६४५	२२९	२९	१३	३६८
क–पायरी कॉटन	१.१	३६	४	४२५०	४४००	५२.३	१०६०	२२६५	२.६	९७०	३९३०	३४६	३७	७	५२६
क–अंतिम	८.२	१०६	२९			८३.९	६२.०	१	२.३	९	६९	१२२	१३	२६	५०

कोष्टक २४–७

लघु–शस्त्र दारूगोळयांच्या तीन संयंत्रातील अपशिष्टांचे प्रवाह, सरासरी विश्लेषणात्मक निष्कर्ष (१२)

सयंत्र	ppm												
	अम्लता (मेथिल लाल)	क्षारता (मेथिल नारंगी)	ग्रीज	तांबे	५-दिवस BOD	उपभुक्त ऑक्सिजन	एकूण घनपदार्थ			तरंगते घनपदार्थ			सल्फेट
							एकूण	बाष्पशील	राख	एकूण	बाष्पशील	राख	
अ		२१३	१८४	३१	१४१	६७	१५६७७	४४५	११३२	२७६	२०५	७१	२४४
ब	६		४१९	२२	१३८	१०३	१०९२	५०५	५८७	४०८	३७२	३६	३९७
क	६०		५०२	८६	२९५	१६३	१७५३	६७५	१०७८	४०८	३७४	३४	६४७
सरासरी			३६८	४६	१९१	१११	१४७४	५४२	९३२	३६४	३१७	४७	३०९

कोष्टक २४–८

दारूगोळ्याच्या दर १००००० गोळ्यांकरता अपशिष्ट पदार्थ (१२)

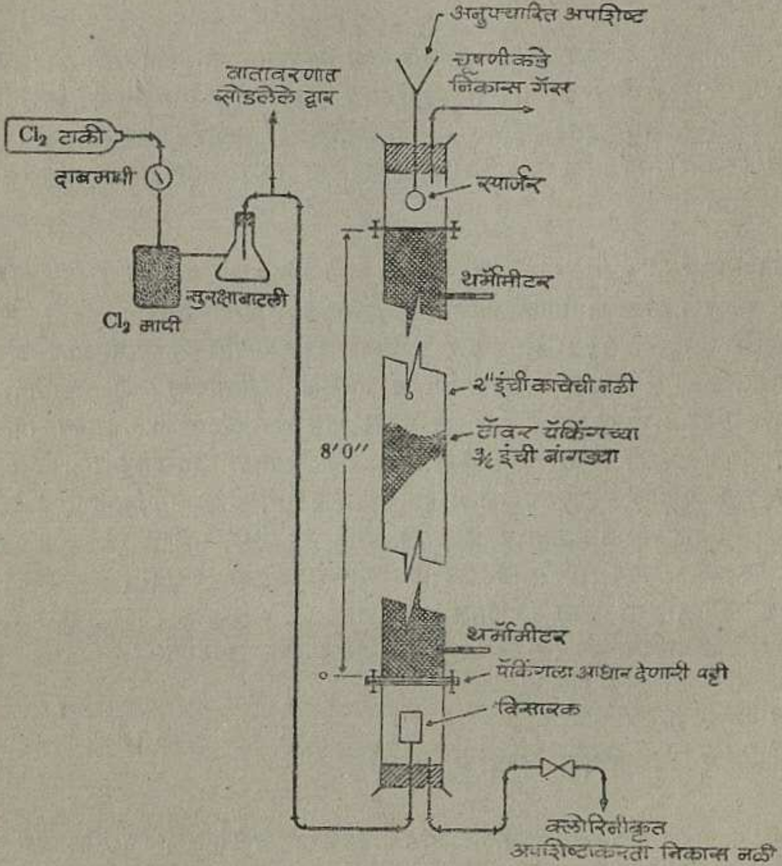
संयंत्र	दशलक्ष गॅलन प्रवाह	पौंड										
		क्षारता	खनिज अम्ल	SO_4	ग्रीज	तांबे	BOD	उपयुक्त ऑक्सिजन	एकूण घनपदार्थ		तरंगते घनपदार्थ	
									बाष्पशील	राख :	बाष्पशील	राख
०.५० व्यासाच्या (caliber) गोळ्या												
अ	.०६२३	१३१		२६२	२८४	२९.७	१५९	६४	३१.४	५०४	२५२	११६
ब	.०९७५	२०		२१२	४७५	१६.३	१४४	१३७	५६७	४७४	४४२	३९.७
सरासरी	.०७९९	७६		२३९	३८०	२३.०	१५२	६७	२९९	४८९	३४७	७८
०.३० व्यासाच्या गोळ्या												
अ	.०२५२	५८		३७	४६	७.९	४२	२२	११४	१४१	६९	१९
ब	.०२४२		९.४०	७३	४०	५.४	१७	१४	५८	१२०	३४	३
सरासरी	.०२४७			५५	४३	६.७	३०	१८	८६	१३१	५२	११
संयुक्त उत्पादन												
अ	.०४१७	७४		८४	६४	१०.५	४९	२३	१५५	३९२	७१	२४.७
ब	.०४०८		३.०	१०४	१४४	७.५	४७	४०	१७४	१९८	१२९	१२.२
क	.०२५८		१२.९	१४०	१०९	१८.६	६४	३५	१४६	२३२	८१	७.४
सरासरी	.०३६१			७६	१०६	१२.२	५३	३३	१५८	२७४	९४	१४.८

कोष्टक २४-९

सरासरी विश्लेषणात्मक निष्कर्ष, दारूगोळ्यांच्या अपशिष्टावर उपचार करण्याची संयंत्रे (१२)

नमुना घेणे	pH	ppm													गंध	
		अम्लता		क्षारता	ग्रीज	तांबे	एकूण घनपदार्थ			तरंगते घनपदार्थ			BOD			
		मेथिल लाल	फेनॉल्फ्थेलीन				एकूण	बाष्पशील	राख	एकूण	बाष्पशील	राख	५-दिवस		संकेंद्रण	प्रकार
१ अनुपचारित अपशिष्ट	३.५	६०	२३९		७०९	८६	१७६३	६८४	१०७९	४१३	३७९	३४	२९८		१७४	तेलकट
२ ग्रीज काढून टाकल्यानंतर	३.६	५५	२११		५४	८२									५५	तेलकट
३ अंतःस्राव अंतिम अवस्थान	६.९			३३३		६४				८६७	३५८	५०९			४८	साबणासारखे
४ अंतिम निःस्राव	६.९			४३	८	९	१५१०	३०२	१२०८	२५	१३	१२	४७		१४	साबणासारखे

ग्रीज तरंगण आणि रासायनिक अवक्षेपणाच्या सहाय्याने दारुगोळ्यांच्या अपशिष्टावर उपचार करावयाच्या एका संयंत्राचे स्मिथ व वॉकर (१२) नी (को: २४-९) वर्णन केले आहे. त्यातून ८४ टक्के BOD आणि ९४ प्रतिशत् तरंगने पदार्थ काढून टाकता आले. ३.५ पासून ६.९ पर्यंत pH सुद्धा चढविता आला आणि गंध ९० टक्के कमी करता आला.



आकृति २४–१० TNT च्या अपशिष्टावर उपचार करण्यासाठी क्लोरिनीकरण स्तंभ, (एडवर्डस आणि इंग्रॅम प्रमाणे) (२).

दारू तयार करण्यातील अपशिष्टावर उपचार करण्यास किलाटन आणि अवसादन या पद्धती प्रभावी ठरत नाहीत आणि जरी क्लोरीनीकरण परिणामकारक असले तरी त्याला खर्च फार येतो असा डिक्सन (१) ने निष्कर्ष काढला आहे. तथापि त्याने असे जरूर म्हटले आहे कीं, या अपशिष्टांवर वातन आणि जैवी ऑक्सिकरण ही दोन्हीही विघटनासाठी प्रभावी ठरतात.

बागेतील काळी माती TNT च्या अपशिष्टाच्या निस्यंदनासाठी सर्वात उत्तम होती आणि अशा मातीमुळे TNT ची राशि, आपल्या वजनाच्या ०.१ प्रतिशत् कमी करता येते अशा निर्णयाप्रत Ruchhoft आणि इतर (७) आले होते. अपशिष्टाला उत्प्रेरित अवमलाचा डोस देऊन व मिश्रण करून कार्बनच्या सहाय्याने निस्यंदन करण्यापेक्षा TNT काढून टाकणे अधिक परिणामकारक झाले.

अगदी अलीकडे, एडवर्डस आणि इंग्रॅम (२) यांनी असे म्हटले आहे की TNT च्या अपशिष्टाचा रंग जैवीं आणि रासायनिक आक्रमणास (attack) फार प्रतिरोध करतो, कारण SO_2, $FeSO_4$, Na_2SO_4 यासारखी अपचायक द्रव्ये आणि हायड्रोसल्फाइटे प्रभावी होत नाहीत; माती व उत्प्रेरक कार्बनसारख्या द्रव्यांवरील अधिशोषणा (adsorption) मुळे बराचसा रंग नाहीसा होईल पण ते फार खर्चाचे असल्यामुळे अव्यवहार्य ठरते. आयन विनिमय करून संपूर्ण रंग नाहीसा करता येतो हे खरे असले तरी त्याची लघुचक्रे (short cycles) आणि पुनरुज्जीवनातील अडचणी यामुळे ही पद्धत काटकसरीची होईल असे दिसत नाही. ऑक्सिकरण कारक सर्वांत जास्त आशादायक असल्याचे दिसते. पण योग्य खर्चात फक्त क्लोरीनच रंग नाहीसा करू शकेल. उदा. TNT स्टेलाईटच्या अपशिष्टावर एका स्तभात (आ. २४–१०) प्रत्यक्षपणे क्लोरिनीकरण करता येते आणि आपण जर ९००० ppm इतका बराच मोठा क्लोरीनचा डोस वापरला तर रंग ९० टक्क्यापेक्षा जास्त कमी करता येतो.

संदर्भ : स्फोटक द्रव्यांची अपशिष्टे –

१ डिकर्सन, बी डब्ल्यू., 'ट्रीटमेंट ऑफ पावडर प्लँट वेस्ट्स,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९४१) पान ३०

२ एडवर्डस, जी; आणि डब्ल्यू. टी. इंग्रॅम, 'दि रिमूव्हल ऑफ कलर फ्रॉम TNT वेस्ट्स,' अमेरिकन सिव्हिल अभियंत्याच्या संस्थेच्या स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभागाची कार्यवाही ८१, स्वतंत्र क्र. ६४५, (मार्च १९५५)

३ एडवर्डस, जी. पी; आणि डब्ल्यू. टी. इंग्रॅम, 'TNT वेस्ट्स: डिस्क्रिप्शन ऑफ ट्रीटमेंट मेथड्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, १२, १४८४ (डिसेंबर १९५४)

४ मोहलमन, एफ. डब्ल्यू. 'इंडस्ट्रियल वेस्ट्स इन वॉर टाईम,' स्युवेज वर्कस जनरल, १५, ६, ११६४ (नोव्हेंबर १९४३)

५ मॉरिस, आर. एल; आणि जे. डी. डॉघर्टी, 'इन्फ्रेअर्ड आयडेंटिफिकेशन ऑफ TNT वेस्ट्स इन स्ट्रीम्स अँड शॅलो वेल्स,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९६०) पान २८१

६ Ruchhoft, सी. सी; आणि इतर, 'TNT वेस्टस. कलर रीॲक्शन्स, अँड डिस्पोजल प्रोसीजर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, २, ३३९ (मार्च १९४६)

७ Ruchhoff, सी. सी. एम. Le Bosquet, ज्यू; डब्ल्यू. जी मेंक्लेर, 'TNT वेस्ट्स फ्रॉम शेल-लोडिंग प्लँट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३७, १०, ९३७ (आक्टोबर १९४५)

८ Ruchhoft. सी. सी., आणि डब्ल्यू. जी. मेक्लेर, 'कलर्ड TNT डेरीव्हेटिव्ह आणि आल्फा- TNT इन कलर्ड ॲक्वियस आल्फा– TNT सोल्यूशन्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, वैश्लेषणिक आवृत्ति, १७, ७, ४३० (जुलै १९४७)

९ Ruchhoft, सी सी., आणि डब्ल्यू. जी, मेक्लेर, 'TNT वेस्ट ट्रीटमेंट स्टडीज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १८, ४, ७७९ (जुलै १९४६)

१० Ruchhoft, सी. सी., आणि एफ. जे. नॉम्स, 'एलिमिनेशन ऑफ अमोनिया पिक्रेट इन वेस्ट्स फ्रॉम बॉब अँड शेल लोडिंग प्लँट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, वैश्लेष–णिक आवृति, १८, ८, ४८० (ऑगस्ट १९४६)

११ Schott, एस., सी. सी Ruchhoft. आणि एस. मेग्रेगिअन, 'TNT वेस्ट,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३५ (१९४३) पान ११२२

१२ स्मिथ, आर. एस., आणि डब्ल्यू डब्ल्यू. वॉकर, 'सर्व्हेज ऑफ लिक्विड वेस्ट्स फ्रॉम म्यूनिशन्स मॅन्युफॅक्चरींग,' युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, २५०८ वे पुनर्मुद्रण सार्वजनिक स्वास्थ्य अहवाल क्र. ५८, १९४, १३६५ आणि १३९३

१३ विल्किन्सन, आर; 'ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल ऑफ वेस्ट वॉटर्स कंटेनिंग पिक्रिक ॲसिड अँड डायनायट्रीफेनॉल.' इंडस्ट्रियल केमिस्ट, (जानेवारी–फेब्रुवारी १९५१).

१४ विल्किन्सन, आर. डब्ल्यू., 'शेल–फिलिंग प्लँट वेस्ट ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ३, ५९० (मे १९४८)

२४-६. फॉर्मेल्डेहाईड विनिर्मिती –

फॉर्मेल्डेहाईड हे या प्रकरणातील एकच विशिष्ट रसायन आहे की ज्याचे बाबतीत अनेक कारणासाठी वैयक्तिक विचार करण्याची आवश्यकता आहे. पहिले कारण प्लॅस्टिक्स, कातडी, आणि प्रतिजैविकांच्या (antlbioties) सारख्या अनेक उद्योगात हे रसायन वापरता येते, दुसरे कारण असे आहे की आपल्या विशिष्ट रासायनिक गुणधर्मांमुळे ते एक दीर्घकाल प्रभावी पूति-दोषरोधी (anticephil) कारक (areul) म्हणून माणण्यात आले आहे. जैवदृष्टचा निरोधी (intriting) कारकावर उपचार करताना अडचणी येतात अथवा किमान वैशिष्ट्यपूण (unique) समस्यांना तोंड द्यावे लागते. जेलमन व ह्यूकेलेकियन (४) यांनी आपल्या लिखाणात विषाक्ततेच्या समस्यांचे दिग्दर्शन केले आहे आणि १३० ते १७५ ppm च्या जवळपास

कोष्टक २४-१०

वाहितमलातील फॉर्मेल्डेहाईडच्या संकेंद्रणाचा त्याच्या ऑक्सिकरणावरील परिणाम (जेलमन आणि ह्यूकेलेकियन प्रमाणे) (४)

ऑक्सिकरणाचे दिवस	फॉर्मेल्डेहाईडचे संकेंद्रण, ppm			
	४५	९०	१३०	१७५
१	०	०	०	०
२	१५	०	०	०
३	२१	७२	४३	०
३ १/४	२३	८१	९२	०
४	२५	८९	११२	०
७	२८	९०	१३५	०

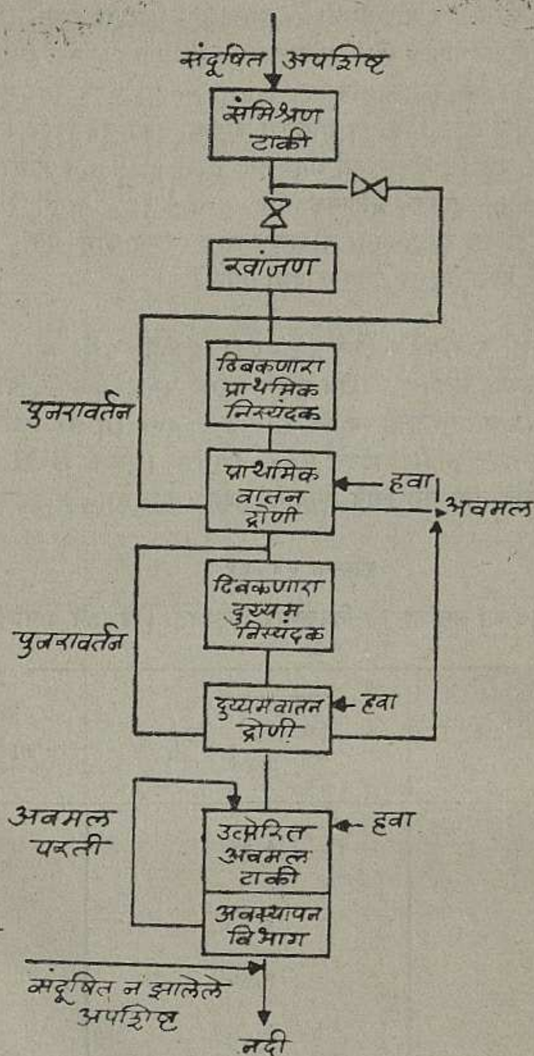
असलेल्या फॉर्मॅल्डेहाईडचे सांद्रण वाहितमलातील जीवाणूना विघातक असते (को. २४–१०) व अल्प सांद्रणातसुद्धा वाहितमलातील जैवी वनस्पतीवर होणाऱ्या फॉर्मॅल्डेहाईडच्यत अवघातक (snblethal) मात्रेच्या क्रियेमुळे कालविलंब (lag period) घडून येतो असेही त्यांनी सिद्ध केले आहे. त्यांच्या संशोधनातून विकसित झालेल्या आणखी एका मौल्यवान निष्कर्षाचा त्यांनी खालील सारांश दिला आहे "जीवाणूंच्या अनुकूलन (adaptation) आणि संवरण (selection) प्रक्रियांनी फॉर्मॅल्डेहाईडचे ऑक्सिकरणीय संकेंद्रण १३५ पासून १७५० ppm पर्यंत वाढले " म्हणजेच विषाक्त रसायनसुद्धा जीवाणूंचे खाद्य म्हणून काम देते, मात्र जीवाणूंच्या जातीस ह्या खाद्यांची काळजीपूर्वक संवय लावली पाहिजे.

जवळजवळ त्याच काळात डिकर्सनने (२) एका संश्लेषी रेझीनच्या संयंत्रासंबंधी एक अहवाल सादर केला होता, संयंत्रात दररोज एकूण BOD चा २००० पौंड भार निर्माण होत होता वैयक्तिक BOD च्या मूल्याची व्याप्ति ३०० ते १०००० ppm होती, आणि सुमारे पांच दशलक्ष गॅलन पाण्यात फॉर्मॅल्डेहाईडचे ५००० ppm (एकूण BOD भाराच्या ९० प्रतिशत्) संकेंद्रण झाले होते असे त्याने नमूद केले आहे त्याला असे आढळून आले की, फॉर्मॅ-

कोष्टक २४-११

फॉर्मॅल्डेहाइडच्या अपशिष्टाचे ठिबकणारे निस्यंदन (डिकर्सन प्रमाणे) (२)

फॉर्मॅल्डेहाईडचे संकेंद्रण, ppm	कॉर्मॅल्डेहाईडचे निष्कासन, पौंड/यार्ड^3	निष्कासनाची कार्यक्षमता, %
११०	१.१२	२३
१८४	१.२५	१६
२६६	१.७५	१५
३००	३.१०	२३
३६०	३.४५	२८



आकृति २४–११. फॉर्मॅल्डेहाईडच्या अपशिष्टांवरील उपचारणाच्या परिपूर्ण संयंत्राचा प्रवाह आलेख –

ल्डेंहाईड, सेंद्रिय तेले, आणि सेंद्रिय अम्लावर उपचार करण्याकरता ठिबकणाऱ्या उच्चगति निस्यंदनाचा उपयोग करता येईल आणि (को. २४-११) त दाखविल्याप्रमाणे समाधानकारक अपचयनाची तरतूद होईल. त्याने pH एक सारखा राखण्याचा सल्ला दिला, परंतु जोपर्यंत pH ४.५ आणि ८.५ च्या दरम्यान राहतो तोपर्यंत त्याचे समायोजन करण्याची गरज नाही असे म्हणणे आहे. त्याच्या रिपोर्टावरून असेही दिसून आले आहे कीं, विषाक्तता केवळ सापेक्ष असते, आणि लागणाऱ्या ऑक्सिकरणाचीं बिनचुक मात्रा निर्धारित करण्यासाठी बऱ्याच कालापर्यंत प्रायोगिक संयंत्रावर परिचालन करावे लागेल (१)

डिकर्सन व इतरांनी नंतर केलेल्या आभ्यासाचा अहवाल सादर करण्यात आला आहे. त्यात वातन आणि उत्प्रेरित अवमलाच्या ठिबकणाऱ्या निस्यंदनासह संबंधित फॉर्मेल्डेंहाईडच्या अपशिष्टावरील उपचार करावयाच्या परिपूर्ण संयंत्राची नोंद केलेली आहे त्या संयंत्रात ४७०० पौंड BOD चे उपचारण करण्यात आले आणि संयंत्राची निष्कासन कार्यक्षमता अदाजे ९० टक्के होती (आ. २४-११ पहा). दर पौंड BOD च्या उपचारणाच्या परिचालन खर्चाचा अंदाज सुमारे २ सेंट (१९५२-१९५४) करण्यात आला.

संदर्भ : फॉर्मैल्डेहाईडची अपशिष्टे -

१ डिकर्सन, बी. डब्ल्यू., 'ए हाय-रेट ट्रिक्लिग फिल्टर पायलट प्लँट फॉर सर्टन केमिकल वेस्ट्स,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २१, ४, ६८५ (जुलै १९४६)

२ डिकर्सन, बी. डब्ल्यू; 'हाय-रेट ट्रिक्लिग फिल्टर ऑपरेशन ऑन फॉर्मेल्डेहाईड वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ४, ५३६ (एप्रिल १९५८)

३ डिकर्सन, बी डब्ल्यू; सी. जे. कँबेल, आणि एम, स्टॅंकार्ड. 'फर्दर ऑपरेटिंग एक्स्पीरियन्सेस इन बायॉलॉजिकल प्यूरिफिकेशन ऑफ फॉर्मेल्डेंहाईड वेस्ट्स,' ९ व्या औद्योगिक अपशिष्ट समेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, ८७ वी मालिका, (मे १९५४) पान ३३१

४ जेलमन, आय; आणि एछ. ह्यूकेलेकियन, 'बायॉलॉजिकल ऑक्सिडेशन ऑफ फॉर्मेल्डेहाईड,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १०, १३२१ (आक्टोबर १९५०)

५ वाल्डेमेयर, टी; 'ट्रीटमेंट ऑफ फॉर्मेल्डेहाईड वेस्ट्स बाय अॅक्टिव्हेटेड स्लज,' सर्व्हेयर, १११ (१९५२) पान ४४५

२४–९. कीटक नाशकांचा उद्योग –

कीटकनाशक, वनस्पती नाशक, आणि कृमीनाशक तयार करण्याकरता वापरण्यात येणाऱ्या रसायनांच्या निर्मितीतून उत्पन्न होणारे सर्वात जास्त उपद्रवकारक अपशिष्ट २. ४ डायक्लोरो–फेनाक्सी अॅसेटिक अम्ला (२, ४–D) च्या उत्पादनातून होते. नाल्यात थेट जाणारे रसायन डायक्लोरोफेनॉल (DCP)हे असते.

मिल्सने (७) प्रथमतः अपशिष्ट जल उत्प्रेरित कार्बनच्या संस्तरामधून नेऊन या अप–शिष्टावर उपचार केले व दर पौंड डायक्लोरोफेनॉलच्या निष्कासनाला सुमारे ६ डॉलर खर्च आला; परंतु त्यामुळे ह्या पद्धतीचा लवकरच त्याग करावा लागला. नंतर क्षारीय क्लोरीनी–करण प्रक्रिया स्वीकारण्यात आली आणि जरी निःस्रावात अद्यापही २५ ppm डायक्लोरोफेन रहाते तरी त्याचा ९५ ते ९८ टक्के नाश होतो, आणि एक पौंड डायक्लोरोफेनचा नाश कर–ण्यासाठी १ डॉलरपेक्षा काहीसा जास्त खर्च येतो. उरलेले DCP काढून टाकण्याच्या काटकस-रीशीर पद्धतीच्या शोधात मिल्स अशा निर्णयाप्रत आली की, जरी ते फेनॉलिक संयुग असले तरी फेनॉलच्या परिस्थितीसारख्याच परिस्थितीत त्याचे जैवी ऑक्सिकरण करता येत नाही.

मॉनोक्लोरोबेन्झीन आणि क्लोरल अल्कोहोल, यांच्यावर मुक्त SO_3 असलेल्या २० टक्के H_2SO_4 च्या उपस्थितीत विक्रिया करून DDT हे आणखी एक कीटक नाशक तयार करण्यात येते. अपयुक्त अम्लाचा निकास केल्यानंतर DDT बऱ्याच पाण्याने धुवून अथवा Na_2CO_3 ने त्याचे उदासीनीकरण करून ते शुद्ध करण्यात येते अपशिष्टात बऱ्याच प्रमा–णात अम्ल असते; उदा. शुद्ध करण्याच्या, उदासीनीकरण प्रक्रिया करून तयार केलेल्या, दर टन DDT पासुन ५०० गॅलन अम्ल निष्पन्न होते. अम्ल अपशिष्टात ५५ प्रतिशत् H_2SO_4, २० प्रतिशत एथिल हायड्रोजन सल्फेट, आणि २० प्रतिशत् क्लोरोबेन्झीन सल्फ्युरिक अम्ल असते. याशिवाय या पद्धतीत प्रत्येक टन DDT मागे २ ते ६ टक्के अम्ल असलेले सुमारे ८०० गॅलन धावन जल आणि अपकेंद्रित्रातील ९० गॅलन धावन जल निर्माण होते. क्लोरल अल्कोहोल (४) च्या विनिर्मितीतून अन्य अपशिष्टे निर्माण होतात. वापरण्यात आलेली एकमेव अपशिष्ट-उपचा-रण पद्धत समुद्रातल्यासारख्या भरपूर तनुकरण झालेल्या पाण्यात अपशिष्ट सोडून देणे ही आहे. नगरपालिकांकडून जैवी संयंत्रात उपचार करणे शक्य असले तरीं अपशिष्टातील बहुतेक घट–कांच्या विषाक्ततेमुळे त्याला बराच अडथळा येतो.

मासे आणि वन्य जीवांवर होणाऱ्या नवीन सेंद्रिय कीटक नाशकांच्या परिणामासंबंधी वाढत्या प्रमाणात औत्सुक्य निर्माण होत आहे. 'सायलेंट स्प्रिंग' या नावाचा राशेल कार्सनन

सामान्य माणसाकरता लिहिलेला मजकूर जून १९६२ च्या न्यूयॉर्क या मासिकात छापून आला आहे व Houghton मिफ्लिनने तो मजकूर पुस्तक रूपाने प्रसिद्ध केला आहे. या विषयावरील सध्या सर्वांनाच उत्सुकता असल्याचे हे एक उदाहरण आहे अनेवा नाल्यातील आणि शेतकऱ्याच्या जलाशयातील जलचरांचा मोठ्या प्रमाणावर नाश होण्यास जबाबदार असल्याची अलीकडे नोंद झालेल्या अशा अधिक विषाक्त फवाऱ्यापैकी अल्ड्रिन, टॉक्सॅफीन, रोटेनोन, व डायएल्ड्रिन हे कांही फवारे आहेत (३, ४, ५, ६, १०, १५). ही कीटक नाशके अगदी अल्प सांद्रणात सुद्धा हानिकारक असल्याचे आढळून आले आहे. उदा. बंडिक (१) ला असे दिसून आले की, ०.०५ ते ०.४० ppm रोटेनोन पिंगट ट्राउटला हानिकारक झाले. जे मासे ह्या रसायनांच्या प्रभावाखाली येतात त्यांच्या प्रकाराप्रमाणे रसायनांच्या विषाक्ततेत फरक पडतो आणि जसे पाण्याचे तपमान वाढेल तशी विषाक्ततेत वाढ होते.

ह्या अपशिष्टांवर फारच अल्प प्रमाणात (मिल्सने वर्णिलेल्या उपचाराखेरीज अन्य) उपचार करण्यात येत आहेत. तथापि ही रसायनें नाल्यात कशी न जातील या विषयी वाढत्या प्रमाणात काळजी वाटत आहे.

संदर्भ : कीटकनाशकातील अपशिष्टे –

१ बंडिक. जी. ई; डीन आणि ई. जे हॅरिस, 'टॉक्सिसिटी ऑफ इमल्सीफायेबल रोटेनोन टू व्हेरियस स्पीसीज ऑफ फिश,' न्यूयॉर्क फिश अँड गेम जर्नल (जानेवारी १९५५) पान ३६

२ चॅनिन, जी; आणि आर. पी. डॅप्स्टर, 'ए कॉप्लेक्स केमिकल वेस्ट,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स.,' ३, ६, १५५ (नोव्हेंबर-डिसेंबर १९५८)

३ डाऊड्रॉक, पी; एम. कॅटझ, आणि सी. एम. टाझ्वेल, 'टॉक्सिसिटी ऑफ सम ऑर्गॅनिक इन्सेक्टिसाईड्स टू फिश,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ७, ८४०–८४४ (जुल १९५३)

४ ग्रिंडले, जे; 'एफ्ल्युअंट डिस्पोजल इन DDT मॅन्युफॅक्चर,' इंडस्ट्रियल केमिस्ट, २६ (नोव्हेंबर १९५०)

५ हॉफमन, अँड ड्रज, 'इफेक्ट्स ऑफ ए सी–४७ एअर ॲप्लिकेशन ऑफ DDT ऑन फिश फुड ऑर्गेनिझम्स इन टू पेन्सिल्व्हेनिया वॉटरशेड्स,' अमेरिकन मिडलँड नॅचरॅलिस्ट ५०, १, १७५–१८८ (१९५३)

६ इंग्रॅम, डब्ल्यू. एम. आणि सी. एम. टाझ्वेल, 'सिलेक्टेड बिब्लिऑग्रफी ऑफ पब्लिकेन्शस रिलेटिंग टू अनडिझायरेबल इफेक्ट्स अपॉन ॲक्वेटिक लाईफ बाय अल्गीसाईड्स, इन्सेक्टिसाईडस, ॲंड वीडिसाईड्स,' यूनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, प्रकाशन ४०० (१९५४)

७ मिल्स, आर. ई; 'डेव्हलपमेंट ऑफ डिझाईन क्रायटेरिया फॉर बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट ऑफ ॲन इंडस्ट्रियल एफ्लुअट कंटेनिंग २, ४-D वेस्ट वॉटर,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५९) पान ३४०

८ 'रिपोर्ट ऑफ न्यूजर्सी स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट असोसिएशन मीटिंग, इंडस्ट्रियल वेस्ट प्रॉब्लेम्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, ३, ७२ (मे—जून १९५०)

९ टाझ्वेल, सी. एम; 'डिस्पोजल ऑफ टॉक्सिक वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल वेस्टस, ३, २, ४८ (मार्च-एप्रिल १९५८)

१० टाझ्वेल, सी. एम; आणि सी. हेंडर्सन, 'टॉक्सिसिटी ऑफ डायएल्ड्रिन टू फिश,' ट्रॅन्झॅक्शन्स ऑफ अमेरिकस फिशरीज सोसायटी, ८६ (१९५६)

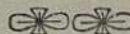
११ वॉरिक, एल एफ., 'ब्लिट्झ ऑन इन्सेक्ट्स क्रिएट्स वॉटर प्रॉब्लेम्स,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (फेब्रुवारी १९५१) पान ४५५

१२ वॉरिक, एल. एफ; 'फिश किल्स बाय लीचिंग ऑफ इन्सेक्टिसाइड्स,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ७, ९२४ (जूलै १९५२)

१३ वीस, सी. एम., 'रिस्पॉन्स ऑफ फिश टू सब-लीथल एक्सपोजर्स ऑफ ऑर्गॅनिक फॉस्फरस इन्सेक्टिसाइड्स,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, ५, ५८० (मे १९५९)

१४ विल्सन, आय. एस; 'दि मोन्सॅंटो प्लॅंट फॉर दि ट्रीटमेंट ऑफ केमिकल वेस्ट्स,' इन्स्टिटयूट ऑफ स्युवेज प्यूरिफिकेशन, मिडलंड शाखा (ब्रिट) (मार्च १८, १९५४)

१५ यंग, एल. ए., आणि एछ. पी. निकल्सन, 'स्ट्रीम पोल्यूशन रिझल्टिंग फ्रॉम दि यूज ऑफ ऑर्गॅनिक इन्सेक्टिसाईड्स,' प्रोग्रेसिव्ह फिश कल्चरिस्ट, १३, ४, १९३-१९८, (१९५१)



: २५ :

ऊर्जा उद्योग

ज्यामुळे नाल्यात प्रदूषण होईल अशी क्वचितच धारणा असलेले अनेक औद्योगिक कार्यक्रम, व्यक्तिगत वा इतरासह बऱ्याच प्रमाणात प्रदूषणाच्या समस्या निर्माण करतात. वाफेने वीज उत्पादन करणे हा त्यापैकी एक कार्यक्रम आहे. देशभर प्रस्थापित केलेल्या केंद्रीय उपयुक्त संयंत्रातून हा कार्यक्रम अमलात आणण्यात येतो. म्हणून या प्रकरणात सार्वजनिक आणि/अथवा खाजगी उपयोगासाठी केलेल्या ऊर्जा उत्पादनात प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्षपणे संबंधित असलेल्या उद्योगांच्या परिचालनातून निर्माण होणाऱ्या अपशिष्टांचे विवरण करण्यात येणार आहे. या सर्व उद्योगात एक सामान्य लक्षण मुख्यतः शीतनाच्या कामी लागणारा पाण्याच्या मोठ्या प्रमाणातील वापर हे होय.

ऊर्जोत्पादनात नेहमीं कोळसा वापरण्यात येतो त्याच्या खाणकामात आणखी एक अवघड समस्या निर्माण होते. अम्ल खाण निःसरण (acidmtne drainage) आणि कोळशाचे उत्पादन यांच्यातील अपशिष्टे खाणकामातील परिचालनातील मुख्य प्रदूषणकारी केंद्रे असतात त्यांच्या समस्यांचा विचार 'सामग्री उद्योग' या २३ व्या प्रकरणात जरी करता आला असता तरीही त्यासंबंधीचा विचार येथे करण्यात येणार आहे, कारण कोळसा बहुशा ऊर्जा उत्पादनाकरताच अनन्यतः वापरण्यात येतो, परंतु पूर्वी निर्दशित केल्याप्रमाणे तेलाचा उपयोग अनेक प्रकारे करण्यात येतो.

नाभिकीय विखंडनाने (nuclear fission) निर्माण केलेल्या उष्णतेनेसुद्धा वाफ तयार करण्यात येते, म्हणून या प्रकरणाशी नाभिकी अपशिष्टांचा सबंध जोडणे न्याय्य होईल. तथापि नाभिकीय ऊर्जा संयंत्रांच्या परिचालनातून उद्‌भवलेल्या अपशिष्टांतून अनन्य आणि अत्यंत महत्वपूर्ण विस्तारण–समस्या निर्माण होत असल्याने किरणोत्सर्गी ऊर्जा–संयत्रातील अपशिष्टासंबंधी चर्चा २६ व्या प्रकरणापर्यंत पुढे ढकलण्यात येईल, कारण प्रत्यक्षात किरणोत्सर्गी अपशिष्टांच्या उद्‌भवाचा विचार न करतासुद्धा त्याच्याशी संबधित असलेल्या अत्यंत महत्वाच्या विस्तारणसमस्यांच्या एकत्रित उपचारणाची चर्चा त्या प्रकरणात करण्यात येणार आहे.

२५-१. वाफेच्या शक्तीवर चालणारी संयंत्रे –

वाफेच्या शक्तीवर चालणाऱ्या संयंत्रांच्या परिचालनात, कोळसा, तेल, अथवा अन्य इंधनाच्या सहाय्याने अत्यंत शुद्ध पाण्यापासून वाफ तयार करण्याकरता लागणारी उष्णता निर्माण करण्याशी, संबंध येतो: टरबाईन चालवण्याकरता वाफेचा उपयोग केला जातो आणि टरबाईन जनित्राला जोडलेली असते. टरबाईन चालवल्यानंतर वाफ संघनित केली जाते आणि बॉयलर–मधील जल–संभरण म्हणून तीं पुन: वापरण्यात येते. कांही थोडी वाफ वाया जाते आणि जल चक्राचे (watercycle) संतुलन करण्यासाठी 'भरपाईजलाची' (make up water) आवश्यकता असते. सामान्यत: वाफ थंड करण्याकरता ताजे पाणी वापरले जाते, पण या पाण्याचा वाफेशी संपर्क झाल्यामुळे ने गरम होते आणि म्हणून उंचावलेल्या (eleuated) तपमानात संग्राही नाल्यात ते सोडून देण्यात येते: शीतन जलांच्या प्रस्त्रावणाशी संबंधित समस्यांचे स्वरूप व व्याप्ती, त्यांचे स्थान, उपलब्धता, ज्या प्रवाहात द्रव सोडावयाचा असतो त्याचा प्रकार यांच्या प्रमाणे बदलत असतात. जेव्हा बीज-उत्पादन केंद्राचे स्थान खाऱ्या पाण्यात अपशिष्ट सोडून देता येईल असे असते तेव्हा, समस्या कमी असतात पण त्यांचा पुर्णतया निरास होत नाही, कारण तटवर्ती पाण्यात विशिष्ट प्रकारचे संदूषित अपशिष्ट-जले प्रस्त्रावित करण्यावर संघीय व राज्यातील अधिनियमानुसार बंदी घातलेली असते.

शीतन-जलांखेरीज अन्य अपशिष्टे :

तापलेल्या शीतन शलाखेरीज अन्य अपशिष्ट द्रव्यांचे जी विद्युत केंद्रातून विस्तारित करावी लागतात त्यांचे पॉवेलने (२४) खालील दहा वर्ग पाडले आहेत :

१) बॉयलर आणि बाष्पकाच्या ब्लोडाऊन मधील गरम सांद्रणित लवण जलें;

२) ऊर्जा-संयंत्रातील उपकरणे धुण्याकरता वापरलेली अम्लीय व क्षारीय द्रावणे;

३) शीतन–स्तंभाच्या ब्लोडाऊन मधील उच्च सांद्रणित खनिज युक्त पाणी;

४) स्तंभवायूंच्या (stack gases) धावनातील अपशिष्ट-जल;

५) बॉयलर आणि बाष्पकांच्या संभरण–जलाचे अनुकूलन करण्याकरता वापरण्यात येणाऱ्या आयनविनिमय मृदुकारकांच्या पुनर्जननातून आणि विखनिजीकरणाच्या जलोपचार-संयंत्रातून निर्माण झालेली अम्ल आणि दाहक लवणे;

६) रासायनिक मृदुकरण–संयंत्रांच्या धावनातील गरम क्षारीय जल;

७) कोळशाच्या साठवणातील अम्ल–जल निःसार;

८) खंगर आणि राखेच्या ढिगातील निःसार;

९) स्वास्थ्य वाहितमल;

१०) तेल, ग्रीज, आणि संकीर्ण घन आणि द्रव अपशिष्टे;

कोष्टक २५–१

नवीन बॉयलर स्वच्छ करण्याची बॉयलर – संयुगे (२४)

रसायन	मात्रा
ट्राय सोडीयम फॉस्फेट (Na_3PO_2)	६०० पौंड
सोडियम कार्बोनेट (Na_2CO_3)	२५० पौंड
सोडियम हायड्रॉक्साईड ($NaOH$)	२५० पौंड
सोडियम सल्फाईट (Na_2SO_3)	३८ पौंड
सोडियम नायट्रेट ($NaNO_3$)	१६० पौंड
प्रक्षालक	१० गॅलन

परिचालनापूर्वी आणि परिचालन कालात सर्व बॉयलर स्वच्छ केले पाहिजेत. अम्ल आणि क्षारीय द्रावणे तसेच विशेष प्रकारचे प्रक्षालक स्वच्छता कारक म्हणून वापरण्यात येतात आणि अपशिष्ट म्हणून मधून मधून सोडून देण्यात येतात. परिचालन पातळीवर १५००० गॅलन जल-क्षमता असलेल्या एका नवीन संचास उकळण्यास लागणाऱ्या रसायनांची नमुनेदार मात्रा पॉवेलने (२४) (को. २५-१) दिली आहे. वर्षातून दोन अगर तीन वेळा अनेक बॉयलर, त्यातील नळयावरील व डोळाच्या पृष्ठभागावरील पापुद्रे काढून टाकण्याकरता, स्वच्छ करण्यात येत असल्याने, त्यांचे अनेक संच असलेल्या मध्यवर्ती केंद्रात वारंवार निर्माण होणाऱ्या अम्ल-अप-शिष्टाच्या समस्येला तोंड द्यावे लागते. अम्ल अपशिष्टावर उपचार करण्याकरता २४ व्या प्रक-रणात वर्णन केल्याप्रमाणे उदासीनीकरणाच्या कार्यपद्धतीचा ह्या वाफेवर चालणाऱ्या संयंत्रातील अपशिष्टांकरताही कधीकधी अवलंब करावा लागतो. सामान्य परिचालनात गारा-डोलातील (mud drum) अवक्षेपित अवमल काढून टाकण्यासाठी रोजच्या रोज अगर किमान दर आठवड्यास अनेक बॉयलर स्वच्छ करण्यात येतात. या प्रक्रियेतून ऊर्जा-संयंत्रातील अपशि-ष्टांच्या बऱ्याच मोठ्या भागाचा प्रादुर्भाव होतो.

काही शीतन प्रक्रियात शीत कारक म्हणून काम देणारे पाणी वापरण्यापूर्वी ते गार करावे लागते. बॉयलरमधल्या वाफेच्या संघननाकरता हे प्राक्शीतन पूर्वावश्यक (prcreqnisite) नसते, परंतु वातानुकूलनाकरता आणि संयंत्रातील अन्य उपयोगाकरता लागणारे शीतन-जल आधी थंड करावे लागते आणि शेवटी ते बाहेर सोडून देण्यात येते अथवा पुन:वापरण्यापूर्वी त्याच्यावर उपचार करण्याची वेळ येईतो ते वापरण्यात येते. रीलेच्या मते (१५) शीतन यंत्रणा सामान्यपणे लाकडाची बनविलेली असते आणि अध:प्रवाही जल व ऊर्ध्व प्रवाही वात प्रवाह यांच्यात घनिष्ट संपर्क राहील असे (त्या यंत्रणेचे) अभिकल्पन केलेले असते. लाकडी संरचनांत (१) शीतन स्तंभातून ऊर्ध्व दिशेने हवा जाण्याकरता पंखे, आणि (२) अध: प्रवाही जल-प्रवाहाचा पुरवठा करण्यासाठी स्तंभाच्या माथ्यावर पाणी चढविण्यासाठी पंपाचा समावेश केलेला असतो. (औद्योगिक संयंत्रामधून या पाण्याच्या अभिसरणात दोन महत्वाच्या समस्यांना तोंड द्यावे लागते. जल हानि आणि या पाण्यावर उपचार करण्याकरता लागणारी भारी प्रमाणातील रसायने ह्या त्या समस्या असतात.) जर जल-पुरवठा पुरेसा नसेल तर शीतन स्तंभांचा मुख्यत: उपयोग करण्यात येतो आणि आणि त्यामुळें एकच टप्प्यात शीतन-क्रीया करता येते. (ही कार्य-पद्धति बहुतेक ऊर्जा-संयंत्रांत वापरण्यात आली आहे.) श्लेष्म आणि शेवाळयाची वाढ, संक्षा-रण, परसंदूषक (forcign contamiıants) द्रव्यांचें अंत:सरण आणि लाकडाची खराबी या सर्वांविरूद्ध संरक्षण देण्याकरता ह्या पाण्याच्या दर्जावर नियंत्रण ठेवले पाहिजे

कोळशाच्या भुकटीच्या उपयोगातील फ्लाय ॲश या सघन अपशिष्टामुळे आणखी एक-प्रदूषण समस्या निर्माण होते. फ्लाय ॲशचे वजन दर घ. फुटास सुमारे ३० पौंड असते आणि

ती जळलेल्या कोळशाच्या सुमारे १० टक्के असते. ही अपशिष्टे कधी कधी गोळा करून संग्राही नाल्यांच्या प्रवाहात (races) सोडली जातात अथवा किनाऱ्यावर निक्षेपित करण्यात येतात व भरतीच्या वेळी ती वाहून जातात. १९४८ मध्ये युनायटेड स्टेट्सच्या सार्वजनिक उपयुक्त सेवेतील एकंदर सुमारे ३० लाख टन फ्लाय अँश सोडून देण्यात आली असावी असा जेकब्सचा (१८) अंदाज आहे. दररोज वापरलेल्या एक गाडीभर फ्लाय अॅशच्या साटवणासाठी दर वर्षाला सुमारे २.१ एकर फूट क्षेत्र लागेल.

अपशिष्टांचे गुणधर्म –

संकेंद्रण–नियंत्रण टिकून राहण्याकरता बॉयलरच्या परिसंचरण (circulatory) व्यव–स्थेतुन काढून टाकलेले, बऱ्याच अशुद्ध द्रव्यांचे सांद्रण झाकेले पाणी अशी 'बॉयलर ब्लोडाऊन' चीं गिब्सननें (१५) व्याख्या केली आहे. गिब्सनने केलेल्या अभ्यासात काढून टाकलेल्या पाण्याचा pH सुमारे ११ च्या आसपास होता, व एकूण घनपदार्थाचा भाग ६००० ppm होता तथापि हे गुणधर्म, बॉयलरचा प्रकार, परिचालन दाब, आणि बॉयलर फीडचा प्रकार, यांच्या प्रमाणे बदलतात. ब्लोडाऊन पाण्यात सामान्यत: फेस येऊ न देणाऱ्या द्रव्यांच्या सारखे कांही अन्य कारक (agents) अथवा उच्च फॉस्फेट असलेल्या सेंद्रिय कारकांचे कांही प्रकार अस–तात. बऱ्याच प्रमाणात निस्तरण–समस्या निर्माण होईल इतक्या उच्च प्रमाणात संकेंद्रण होणे शक्य असते हे दाखविण्याकरता पॉवेलने (२४) एक सूत्र व एक आलेख (आ. २५–१ आणि २५–२) सादर केले आहेत. तसेच अनुपचारित व संकेंद्रित स्तंभ–ब्लोडाऊन-पाण्याचे तपशी–लवार विश्लेषण त्याने (को. २५–२) दिले आहे. फ्लाय अॅश मध्ये कार्बन (वजनाने १ ते ६० टक्के), लोह, अल्युनियम, कॅलशियम, मॅग्नेशियम, सिलिका, टायटॅनियम आणि फॉस्फरस अस–तात. ज्या पद्धतीने इंधनाचे ज्वलन केलेले असते त्या पद्धतीवर कणमान वितरण (particle size distribution) अवलंबून असते. सामान्यत: सर्वसाधारण आगवाल्यांच्या कामातील २० ते ४० टक्के राखेचा व्यास १० मायक्रॉन्सपेक्षा कमी असतो आणि ८० ते ९० टक्के व्यास २०० मायक्रॉन्सपेक्षा कमी असतो.

अपशिष्ट-उपचारण–

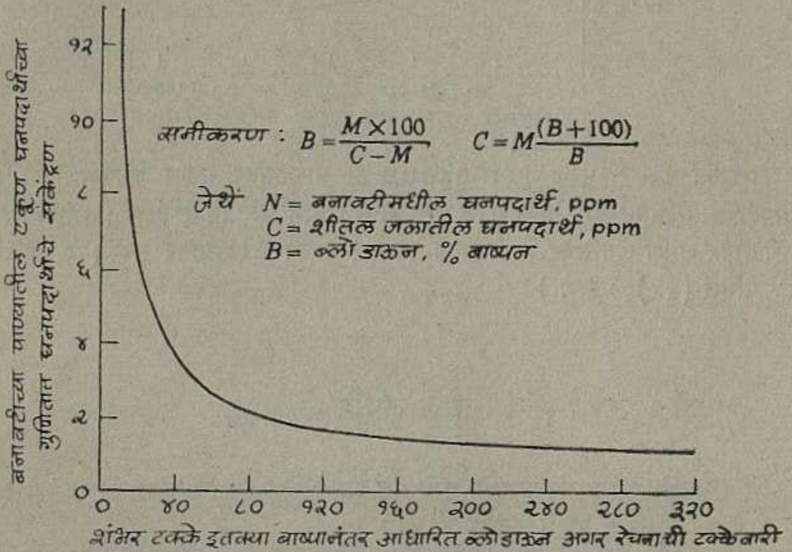
बनेटने (१८) फ्लाय अॅशच्या विल्हेवाटीच्या कार्यपद्धतीचे पुढीलप्रमाणे वर्णन केले आहे. चक्रवात (cyclone) विलगकांनी गॅसपासून फ्लायअॅश वेगळी करण्यात येते, ती गोळा करून त्यात पाणी मिसळण्यात येते, आणि गारा अवस्थापन अथवा निथळणाच्या द्रोण्यात पंप करण्यात

कोष्टक २५–२

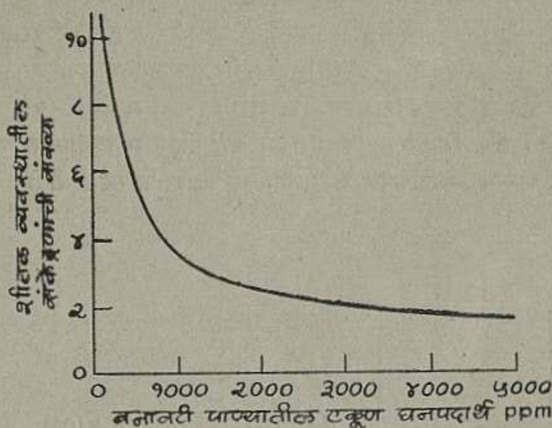
अनुपचारित बनावटी (makeup) जल व शीतन स्तंभावरील संकेंद्रित अभिसरण जल यांची सल्फ्युरिक अम्लाच्या सुधारक उपचारानंतर केलेलीं विश्लेषणे

घटक	– सारखे	बनावट जल	अभिसरण जल
कॅल्शियम	Ca	८४०	३४५.०
मॅग्नेशियम	Mg	३०.०	१२३.०
सोडियम	Na	१०७.०	४३८.०
क्लोराईड	Cl	८५ ०	३४८.०
सल्फेट	SO_4	४१७.५	१७१०.०
नायट्रेट	NO_3	०.२	०.८
बायकार्बोनेट	HCO_3	१६ ०	६५.०
सिलिका	SiO_2	८.३	३५.०
फ्ल्यूराईड		०.५	२.०
बोरॉन		०.१	०.४
एकूण		७४८.८०	३०६७.२
कॅल्शियम कार्बोनेटच्या स्वरूपात			
कॅल्शियम काठिण्य		२१०.०	८६३.०
मॅग्नेशियम काठिण्य		१२४.०	५०५.०
एकूण काठिण्य		३३४ ०	१३६८.०
M क्षारता		१३.०	५३.०
संकेंद्रणांची संख्या			४.१

येतो, राख खाली बसते आणि पाणी नदीत सोडून देण्यात येते. पॉवेलने (२४) संयंत्रापासून जिल्हा मल व्यवस्थेपर्यंत १४ मैल लांबीची मलवाहिनी बसवून तीतून ब्लोडाऊन अपशिष्टाची विल्हेवाट केली. ते अपशिष्ट अतिशय अम्ल आणि क्षारीय असल्याने उपकरणे करवडून गेली आणि जैवी–उपचारण संयंत्राच्या कार्यक्षमतेत बाध आली; सर्व अपशिष्ट–जले प्रथम धारक टांकांत प्रस्त्रावीत केली आणि नंतर एकसारखा प्रवाह मंद ठेवून मलवाहिनीत सोडून देण्यात आली अन्य ऊर्जा–संयंत्रातील अपशिष्टांच्या उपचारणासंबंधी फारच थोडी माहिती सध्या उपलब्ध आहे.



आकृति २५–१. शीतन स्तंभावर अभिसरण केलेल्या पाण्यातील घनपदार्थांचे हवा, गळती व ब्लोडाऊन यांच्यामुळे होणाऱ्या एकूण हानीच्या फलनस्वरूपात, संकेंद्रण (पॉवेल (२४) प्रमाणे)



आकृति २५-२. पूरक (makeup) पाण्यातील एकूण घनपदार्थांच्या विभिन्न राशींच्याकरता शीतन व्यवथेतील पूरक पाण्यातील अंदाजी अनुज्ञेय संकेंद्रण (अम्लांचा जरूरी प्रमाणे वापर आणि लँगेलियर निर्देशांक ०.६+०.१ इतका राखण्यावर तक्ता आधारित केला आहे. पाँवेल (२४) प्रमाणे)

संदर्भ : ऊर्जा-संयंत्रातील अपशिष्टे -

१ वँचमेंयर, ए., 'डस्ट फ्रॉम फ्ल्यू गॅस इन पब्लिक थमल पॉवर स्टेशन,' अॅट्मॉस्फेरिक पोल्यूशन बुलेटिन, २४ (डिसेंबर १९५६)

२ बेस, यी; 'गॅसेस क्लीन्ड बाय यूज ऑफ स्क्रबर्स,' ब्लास्ट फर्नेस (नोव्हेंबर १९५६) पान १३०७

३ ब्रॅनिन, एम. एल., 'कंट्रोल ऑफ एअर बोर्न वेस्ट,' कोल युटिलायझेशन, १२, १, १८-२० (जानेवारी १९५८)

४ ब्राऊन, डी. जें; 'कीप प्लँट एअर क्लीन इलेक्ट्रिकली,' आयर्न एज. १८०, १४, १०० (आक्टोबर १९५७)

५ क्रेग, ओ. एल; 'अबेटमेंट ऑफ डस्ट फ्रॉम पॉवर प्लँट स्टॅक्स,' हवा प्रदूषणावरील युनायटेड स्टेट्स मधील तांत्रिक संमेलन, १९५२) पान ४४३

६ डॅलाव्हाल, जे. एम; 'मेथड्स ऑफ कंट्रोल ऑफ अॅट्मॉस्फेरिक पोल्यूशन,' एअर कंडिशनिंग, हीटिंग, अँड व्हेंटिलेटिंग, ५३, ९, ७५-७८ (सप्टेंबर १९५६)

७ डॅनिस, ए, एल; 'इफेक्ट ऑफ लोकल वेदर ऑन एअर पोल्यूशन,' सिव्हिल अभियंत्यांच्या अमेरिकन संस्थेची कार्यवाही, स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभागाचे नियतकालिक ८३, SA ६, १४६३-१४७१ (डिसेंबर १९५७)

८ ड्रिंकर, पी; आणि टी. हॅच, इंडस्ट्रियल डस्ट, २ री आवृत्ती, न्यूयॉर्कः मॅक्ग्रॉहिल बुक कं. इन्कॉ. (१९५४)

९ डंकन, डी. एम; 'मेकिंग चॉईस ऑफ डस्ट कलेक्टर्स,' डिझाईन इंजनिअरिंग, ४, १' ३४ आणि ५७ (जानेवारी १९५८)

१० Farquhar, जे. सी; 'कंवशन एफिशिअन्सी, फ्ल्यू गॅस अॅनलायझर अँड हाय प्रेशर,' फ्युएल इकॉनमी रिव्ह्यू, ३४ (१९५६) पान ७३-७६

११ Gallaer, सी. ए५ 'हाऊ टू मेझर डस्ट इन स्टॅक्स,' पॉवर इंजनिअरिंग, १०१ १, ८८ (जानेवारी १९५७)

१२ Geisheker, बी: जे; 'फ्लाय अॅश एमिशन लिमिट्स,' पब्लिक वर्क्स मॅगेझीन, ८८ (सप्टेंबर १९५७) पान १५२

१३ गिव्हन, एम. डी., 'फ्ल्यू गॅस सॉल्व्हज लाईम वेस्ट ट्रीटमेंट प्रॉब्लेम,' पॉवर इंजनिअरिंग, ६० (ऑक्टोबर १९५६) पान ९३-९८

१४ ग्लेंशर, ई. ए; 'इन्स्टिटयूट फॉर स्मोक प्रिव्हेन्शन इन स्मॉल बॉयलर प्लॅंटस,' एअर पोल्युशन बुलेटिन २४ (नोव्हेंबर १९५६) पान ४९

१५ हेजपेठ, एल. एल; '१९५७ इंडस्ट्रियल वेस्ट फोरम-सॉल्व्हिंग दी कूलिंग टॉवर ब्लोडाऊन पोल्यूशन प्रॉब्लेम,' स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, ४, ५३९ (एप्रिल १९५८)

१६ हेनरिच, आर. एफ; 'प्रॉब्लेम्स ऑफ इलेक्ट्रिकल क्लीनिंग ऑफ फ्ल्यू गॅस,' एअर पोल्यूशन बुलेटिन, २४ (जानेवारी १९५७)

१७ हिल्स्ट, जी. एन; 'डिझाईन ऑफ स्टॅक गॅसेस इन स्टेबल अॅटमॉस्फिअर,' हवा प्रदूषण नियंत्रण-आयोगाचे नियतकालिक, ७ (नोव्हेंबर १९५७) पान २०५

१८ जेकब्स, एछ. एल; 'फ्लाय अॅश डिस्पोजल,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ९, १२०७ (सप्टेंबर १९५०)

१९ कॅम्स, आर., 'गॅस फिल्टर्स,' अॅटमॉस्फेरिक पोल्यूशन बुलेटिन, २४, ५० (जून १९५६)

२० केन, जे. एम; 'पब्लिक नुइजन्स प्रॉब्लेम्स फ्रॉम इन्व्हिजिबल स्टॅक एफ्ल्युअंट,' हवा प्रदूषण नियंत्रण, संस्थेचे वार्तापत्रक ५, ८, ४ (डिसेंबर १९५७)

२१ केनेडी, एछ डब्ल्यू., 'फिफ्टी इयर्स ऑफ एअर पोल्यूशन लॉ,' हवा प्रदूषण नियंत्रण संस्थेचे नियतकालिक, ७ (ऑगस्ट १९५७) पान १२५–१४१

२२ किंग्स्ले, के, 'एअर पोल्यूशन रिव्ह्यू, १९५६–१९५७) इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ५०, ८, ११०५ (ऑगस्ट १९५८)

२३ लर्नर, एल. ई; 'कॉन्फरन्स, ऑन स्मोकलेस चार्जिंग ऑफ कोक ओव्हन्स,' अॅटमॉस्फेरिक पोल्यूशन बुलेटीन, २४ डिसेंब्रर १९५६) पान ५१

२४ पॉवेल, एन टी., 'पॉवर जनरेटिंग स्टेशन्स कॅन डेव्हलप स्ट्रीम पोल्यूशन प्रॉब्लेम्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४६, ३, ११२ A (मार्च १९५४)

२५ राईष्टर, ई; 'स्मोक नुइझन्स फ्रॉम पॉवर प्लँट चिमनीज,' फ्युएल अॅब्स्ट्रॅक्ट्स, २२ (आक्टोबर १९५७) पान १६७

२६ रसेज एछ. एछ., 'फ्लाय अॅश एड टू ऑपरेटिंग एफिशिअन्सी,' ड्रिस्ट्रिक्ट हीटिंग, ४२ (आक्टोबर १९५६) पान ५३

२७ स्टीमफील्ड, जे. पी, 'डस्ट कलेक्टिंग इक्विपमेंट,' कॉस्ट इंजनिअरिंग २ (आक्टोबर १९५७) पान १०६–१०९

२८ स्टॅनिअर, डब्ल्यू. जे; प्लँट इंजनिअरिंग हँडबुक, न्यूयॉर्क: मॅक् ग्रॉ–हिल बुक कं; इन्कॉ. (१९५१) पान १९७३–१५७७

२९ सटन, जी; 'डिस्पर्सल ऑफ एअरबोर्न एफ्ल्युअंट्स फ्रॉम स्टॅक्स,' हवा प्रदूषण नियंत्रण संस्थेचे गोषवारे, २ (सप्टेंबर १९५६) पान ३

३० टॅनर, ई, 'डिस्पोजल अॅन्ड युटिलायझेशन ऑफ अॅश फ्रॉम लार्ज बॉयलर प्लँट्स,' जर्नल ऑफ अॅप्लाईड केमिस्ट्री, ६ (जूलै १९५६) पान १–४

३१ टेलर, आर. ए; 'ए मॉडर्न डेव्हलपमेंट इन फ्लाय अॅश हँडलिंग,' फ्युएल इकॉनमी रिव्ह्यू, (१९५७) पान ८३

३२ वॉट्सन, जे. डब्ल्यू., 'न्यू इन्सिनरेशन डिझाईन्ड टू रिडयूस फ्लाय अॅश,' पब्लिक वर्क्स मॅगेझीन, ८९, ४, ९७ (एप्रिल १९५८)

३३ वूइल्यम्स, टी. एछ; 'प्यूरिफिकेशन ऑफ कोक ओव्हन एफ्ल्युअंट्स,' केमिकल अॅबस्ट्रॅक्ट्स, ५० (सप्टेंबर १९५६) पान १३३४६

३४ वुडऑल, जे. डी; 'अॅट्मॉस्फेरिक पोल्यूशन अँड डिमांड फॉर स्मोकलेस फ्युएल्स,, हीटिंग अँड एअर ट्रीटिंग इंजनिअरिंग, २० (१९५७) पान २९८

३५ वर्डले, डब्ल्यू. ए; 'इकॉनॉमिक्स ऑफ बॉयलर फ्ल्यू क्लीनिंग,' चीप स्टीम, ४० (आक्टोबर १९५६) पान ६८-७०

३६ वर्टझ, सी. बी; आणि टी. डोलन, 'ए बायॉलॉजिकल मेथड यूज्ड इन दि इव्हॅल्यु-एशन ऑफ इफेक्ट्स ऑफ थर्मल डिश्चार्ज इन दि Schuylkill, रिव्हर' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (मे १९६०) पान ४६१

३७ यॅनो, एन; 'रेडिओ ॲक्टिव्ह डस्ट इन दि एअर,' केमिकल ॲबस्ट्रॅक्ट्स, ५१, ११ १०० (ऑगस्ट १९५७)

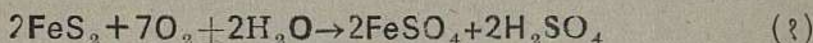
२५-२. कोळसा उद्योग

कोळशाच्या उत्पादनाशी संबंधित अशी दोन महत्वाची अपशिष्टे आहेत. कोळसा तयार करताना निर्माण होणारी (कोळसा धावक (washeries) आणि कोळशाच्या खाणीतील निकास (acid mine drainage) अपशिष्ट) हीं ती अपशिष्टे आहेत. ही अपशिष्टे आणि त्यांचे नंतर होणारे परिणाम व त्यावरील उपचार इतके भिन्न असतात की, सामान्यपणे त्यांचे वर्ग वेगळे आहेत असे मानले जाते; तथापि प्रस्तुत संदर्भात ते एकाच उद्योगाशी संबंधित पण वेगवेगळी अपशिष्टे आहेत असे मानण्यात येईल.

अपशिष्टांचा उद्भव

कोळसा तयार करण्यातील अपशिष्टे – खाणीतून कोळसा काढून पृष्ठभागी आणल्या-नंतर त्याच्यावर " भंजकात " (breakers) अथवा तयारी संयंत्रात प्रक्रिया करून त्यातील अशुद्ध द्रव्ये काढून टाकण्यात येतात. $३\frac{१}{२}$ इंचापासून $\frac{३}{६४}$ इंचाइतक्या लहान आकारापर्यंत त्याचे व्यवहारात तुकडे करण्यात येतात. या आकार वर्गीकरणातील कोळसा, त्याच्या कमीकमी होत जाणाऱ्या आकारानुसार, अंडे स्टोव्ह, चेस्टनट, वाटाणा, बकव्हीट, तांदूळ, बार्ली, आणि क्र. ४ व क्र. ५ बकव्हीट या नावाने, संबोधिला जातो. कोळशाची स्वच्छता करणे व त्याचें निरनिराळें आकार वेगळे करणे, यांच्याशी संबंधित असलेल्या, भरडणे, चाळणे, वर्गीकरण करणे, व धुणे, या प्रक्रिया-मालिकांचे तपशीलवार वर्णन रिकेट (१७९) आणि पार्टन (१६६) ह्या दोघांनी केलेले आहे. स्वच्छता करण्यात येत असताना, त्याकरता लागणाऱ्या पाण्याच्या मोठ्या साठ्यात कोळशाचे सूक्ष्म कण तरंगत असतात. एका संयत्रातून दर मिनिटाला ९००० गॅलन पाणी प्रस्त्रावित होते व त्यात सुमारे ४ टक्के घनपदार्थ असतात.

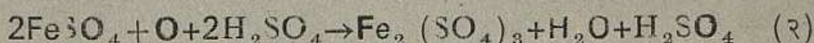
खाणीतील निकासातील अम्ल अपशिष्टे – खाणीत जेथे आयर्न डायसल्फाईड्स सामान्यतः पायराईट्स-वर हवा, पाणी, आणि जीवाणुंच्या ऑक्सीकरणाचे संस्कार होतात तेथून पाणी वाहिल्यामुळे निकासी अम्ल अपशिष्टें तयार होतात. कोळसा आणि जमिनीत गाडले गेलेले निकटचे स्तर यात विभिन्न संयुगांच्या स्वरूपात सल्फर असते. खाणकामातील प्रक्रियेत सल्फरमय द्रव्य उघडे पडते, त्यावर हवा व आर्द्रतेचा प्रभाव पडतो, आणि परिणामतः सल्फाईडचे खालील समीकरणास अनुसरून, फेरस सल्फेट (कॉपिरास) आणि सल्फ्युरिक अम्लात ऑक्सीकरण होते.



$$2FeS_2+7O_2+2H_2O\rightarrow 2FeSO_4+2H_2SO_4 \qquad (१)$$

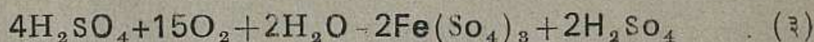
त्यांचा खाणीतून विकास होत असताना पाण्यात ऑक्साईड्सचे अतिरिक्त सल्फ्युरिक अम्ल तयार होते. पावसाळ्यात मुख्यतः पृष्ठीय अपवाहातून पुन्या उघड्या खाणीत पाणीं वाहून जाते (विस्तृत प्रमाणात खाणकाम करण्यात आलेल्या क्षेत्रावर पडलेल्या पावसाचे ९७ टक्के पाणी खाण–निकास म्हणून खाणीतून पंप करण्यात आल्याचे अँश (११) ला आढळून आले)

सल्फ्युरिक अम्लाच्या उपस्थितीत ऑक्सीकरणास फेरस सल्फेटचा अत्यंत प्रतिरोध होत होत असल्याने, खाणीतील पाण्याच्या अपक्षालन–क्रियेने (bleaching action) त्या स्वरूपात बहुतेक लोह व सल्फर वाहून नेंले जाते. तथापि कांही कालानंतर, हवेतील ऑक्सिजनमुळे आणखी ऑक्सीकरण होते आणि पहिल्या समीकरणामधील विक्रियेच्या द्रव्यापासून आपणाला



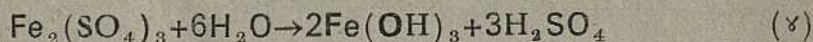
$$2FeSO_4+O+2H_2SO_4\rightarrow Fe_2(SO_4)_3+H_2O+H_2SO_4 \qquad (२)$$

असे समीकरण मिळते. जेव्हा (१) व (२) या दोन्ही विक्रिया एकाच वेळी घडतात असे मानण्यात येते तेव्हा आपणाला



$$4H_2SO_4+15O_2+2H_2O\rightarrow 2Fe(So_4)_3+2H_2So_4 \qquad (३)$$

असे समीकरण मिळते. जेव्हा संग्राही नाल्यात सल्फ्युरिक अम्लाचे सांद्रण पातळ होते तेव्हा फेरिक सल्फेटचेही खालील प्रमाणे जलविच्छेदन (hydrolyzation) होते.



$$Fe_2(SO_4)_3+6H_2O\rightarrow 2Fe(OH)_3+3H_2SO_4 \qquad (४)$$

सुरवातीला अविलेय सल्फेट म्हणून जमिनीत अस्तित्वात असलेले सल्फर आता संग्राही नाल्यात सल्फ्युरिक अम्ल म्हणून विरघळून गेलेले असते हे उघड आहे.

अम्ल तयार होण्याच्या संबंधात जावाणु-क्रियाशोलता महत्वाचे कार्य करते व त्याला भर-पूर पुरावा उपलब्ध आहे (४८, २२०, २२१). सल्फर-ऑक्सीकरण जीवाणू, **थायो बॅसिलस थायो ऑक्सीडॅन्स**, हा एक स्वजीवी (autotropic) जीवाणू आहे आणि तो अकार्बनिक सल्फर, थायो सल्फेट, अथवा टेट्रोथायोनेटचा अन्न म्हणून उपयोग करतो, त्यातून सल्फेट तयार होते, आणि शेवटी त्याचे सल्फ्युरिक अम्लात परिवर्तन होते. यावरून असे दिसते की खनिज अम्ल-जल तयार होणे ही एक रासायनिक आणि जैवी अशी दोन्ही प्रकारची विक्रिया आहे आणि जेथे ऑक्सीकरणास योग्य अशा सल्फरचा हवा व पाण्याशी संपर्क होतो तेथील आस-पासच्या कोणत्याही खाणीत ती विक्रिया घडून येणे शक्य आहे.

अपशिष्टांचे गुणधर्म –

कोळसा तयार करण्यातील अपशिष्टे – कोळशाची स्वच्छता करण्याच्या एका संयंत्रा-तून प्रम्त्रावित झालेल्या घनपदार्थाचा नमुनेदार आकार आणि राख, यांचे विश्लेषण डिचर्टने (१७९) (को. २५-३) सादर केले आहे. या माहितीवरून असे निर्दशित होते की, २८ जाळींच्या (mesh) (०.०२३ इंचाचे द्वार) चाळणीवर ७.४ टक्के घनपदार्थ राहिले. जस-जसा कणांचा आकार आणि अस्तित्वातील चिकणमातीचे प्रमाण वाढत गेले तसतसे क्रमशः कचऱ्याच्या अंशात वाढ झाली. घनपदार्थात, कोळसा, शेल, चिकणमाती, शिवाय अन्य खनि-जांच्या तुलनेने लहान राशी, तसेच वाकाश्म, हाडे आणि अस्थियुक्त कोळसा, हे पदार्थ असतात. सामान्यपणे त्यात कॅल्साईट, जिप्सम, केओलीन, आणि पायराईट हे पदार्थ अधिक प्रमाणात असतात. पाण्याच्या क्रियेने अथवा त्यात बुडाल्यास चिकणमाती व शेल यांचे लहान लहान कणांत निभाजन होते, आणि त्यामुळे धावन जलात कर्ध कलील कणांच्या मोठ्या राशी तरंगत राहतात.

खाणीतील अम्लीय निकास-अपशिष्टे – खाणीतील अम्ल जलातील अम्लसंकेंद्रण १०० ppm इतक्या विस्तृत प्रमाणात बदलते असते. त्यापैकी १०० ते ६००० ppm H_2So_4, १० ते १५०० ppm, $FeSo_4$, ० ते ३५० ppm $Al_2(So_4)_3$, आणि ० ते २५० $MnSo_4$, ही नमुनेदार मूल्ये आहेत. खाणीतील निकासात अनेक असंगती दिसून येतात, आणि निकासातील अम्लतेचे खात्रीपूर्वक भाकित करता येत नाही. उदा. एकमेकापासून थोड्याच मैलांच्या अंतरावर असलेल्या दोन खाणींच्या अभ्यासावरून असे दिसले कीं, ज्या खाणीतील कोळशात ३ टक्के सल्फर होते तिच्यातून दर दिवशी २००००० गॅलन निकसन झाले व त्याची क्षारता १७० ppm होती. या उलट दुसऱ्या खाणीतील कोळशात २.६ टक्के सल्फर होते, व

कोष्टक २५–३

जलवर्गकारक (hydroclassifiər) परिचालनाची माहिती (१७९)

स्वच्छता करण्याच्या संयंत्रातोल प्रस्त्राव	संभरण (feed)	अधःप्रवाह (Underflow)	उत्प्रवाह (overflow)
अपशिष्ट जल, द. मि. स गॅलन	९०००	५६०	८४००
घनपदार्थ, %	४.१	३५.०	१.०
घनपदार्थ. टन/तास	९१.०	६६.०	३१.०
पुनःप्रापण, अपशिष्ट जलाचे %	१००.०	६७ ०	३३.०
राख %	३२.३	२५ ४	४२.०
जाळी	चाळणी विश्लेषण, W/o		
+ १०	०.२	०.२	०
+ १४	० २	०.३	०
+ २०	२.४	२.०	०
+ २८	४.६	५.०	०
+ ३५	७.६	१०.०	०.२
+ ४८	९.४	१४.५	० २
+ ६५	९ ६	१५.०	०.२
+ १००	१०.८	१०.५	०.२
+ १५०	८.६	१४ ५	०.४
+ २००	७.०	९.०	१.८
+ २७०	२.६	४.०	२.०
– २००	३७.२	६.०	९५.०

कोष्टक २५-४

खाणीतील दोन वेगवेगळ्या निकासित अपशिष्ट जलांचे विश्लेषण (४)

खाणीतील निकास-जलाचे विश्लेषण	खाण अ	खाण ब
निकासी प्रवाह, द. मि. स गॅलन	२५००	९००
pH	३.७	६ २
मुक्त अम्ल, ppm	१२४	४
एकूण अम्ल. ppm	४६६	१३
SiO_2, ppm	१४	९.६
Al, ppm	१७	१.९
Fe, ppm	२२*	०.२
Mn, ppm	१०	४.६
Ca, ppm	९५	३४
Mg, ppm	५५	१२
SO_4, ppm	७४६	१७२
Cu, ppm	९	२.४

* द्रावणात मुळापासून असलेल्या लोखंडाची बरीच राशि तरंगत्या स्वरूपात अवक्षेपित करण्यात आली आहे आहे असे वरवर पाहता दिसून येते.

तिच्यातून दर दिवशी १३०००० निकास जल प्रस्त्रावित झाले आणि त्याची अम्लता ३०००० ppm होती.

खाणीतील निकास जलांची विचरणशीलता दाखविणारी माहिती खाणी कार्यालयानेही (४) (को. २५–४) पुरविली आहे. अ या खाणीत उच्च प्रमाणात अम्ल असलेले निकास जल असून त्यात लोह, अन्य धातू, आणि सल्फेटे तुलनेने बऱ्याच प्रमाणात आहेत; या उलट व या खाणीतल्या निकास जलात प्रामुख्याने नमुनेदार भूमिजलातील गुणधर्म प्रदर्शित होतात. हिंकलने (१०८, १०९) पश्चिम व्हर्जिनियातील एका क्षेत्रातील नरम कोळसा असलेल्या प्रदेशातील अम्लाने अति प्रदूषित झालेल्या खाणीतल्या पाण्याची प्रातिनिधिक विश्लेषणे (को. २५–५) पुरविली आहेत.

जर नाल्यातील अम्ल पाणी उद्योगात आणि घरगुती उपयोगाकरता वापरावयाचे असेल तर त्यावर उपचार करावे लागतील. त्या पाण्याचा अंतिम उपयोग कसा करावयाचा यावर हे उपचार अवलंबून असतील. क्षारीय द्रव्ये मिसळून अम्लता दूर करता येईल परंतु परिणामी पाणी सामान्यपणे "कठीण" होईल अथवा त्यात क्षारीय द्रव्ये जास्त प्रमाणात राहतील. अशा पाण्याचे जरी मृदूकरण करता आले अथवा अतिरिक्त क्षारीय संयुगांकरता त्यावर उपचार करता आले तरीं ही समस्या नेहमीच दूर करता येईल असे नाही. कारण अशा पाण्यात त्यावेळी उच्च रासायनिक अंश असतो व त्यामुळे बराच फेस उत्पन्न होतो आणि अपक्रामण (priming) घडून येते (१२२) खाणीतील अम्लीय निकास जल सोडण्यात येत असलेल्या पेन्सिलव्हानिया–तील एका नाल्यातील पृष्ठजलाचे गुणधर्म कोष्टक २५–६ मध्ये दिले आहेत. या कोष्टका–वरून वाचकांच्या ध्यानात खालील गोष्टी येतील: अल्प pH; उच्च विशिष्ट संवाहिता (cond uctance) लोह, अल्युमिनम, मँगेनीज व मॅग्नेशियमचे उच्च सांद्रण, सल्फेटचे उच्च सांद्रण, उच्च प्रमाणात विलीन घनपदार्थ; उच्च काठिण्य, त्यातील बराच अकार्बनिक उद्भव असतो आणि त्यामुळे रसायन वापरून तो काढून टाकणे फार खर्चाचे होते; आणि उच्च अम्लता, खाणी तील अम्लीय जलातील अत्यंत प्रदूषणकारी संभाव्यता आणि असे अपशिष्ट जल सोडून देण्यात आलेल्या नाल्यातील पाण्याचा उपयोग करणाऱ्यांना येणाऱ्या अडचणीचे महत्व स्पष्ट होण्यास या निरीक्षणाची मदत होते.

कोळसा उद्योगातील अपशिष्टांवरील उपचार :

कोळसा तयार करण्याच्या कामातील अपशिष्टे – नाल्यात जाणाऱ्या घनपदार्थांच्या राशी कमी करण्यास मदत झालेल्या उपचारणांपैकी अथवा त्यांच्या विकसनातील तीन पदार्थांचे

पार्टनने (१६६) खालीलप्रमाणे वर्णन केले आहे :

१) कोळशाच्या आर्द्रधावनातून प्रस्त्रावित झालेल्या अपशिष्टाच्या पाण्यातील सूक्ष्म आकाराच्या आंध्रसाइट (गाळ) गोळा करण्याकरता अवस्थापन अथवा अवरोधन (impounding) करण्यांच्या सुविधांचे प्रतिष्ठापन

कोष्टक २५-५

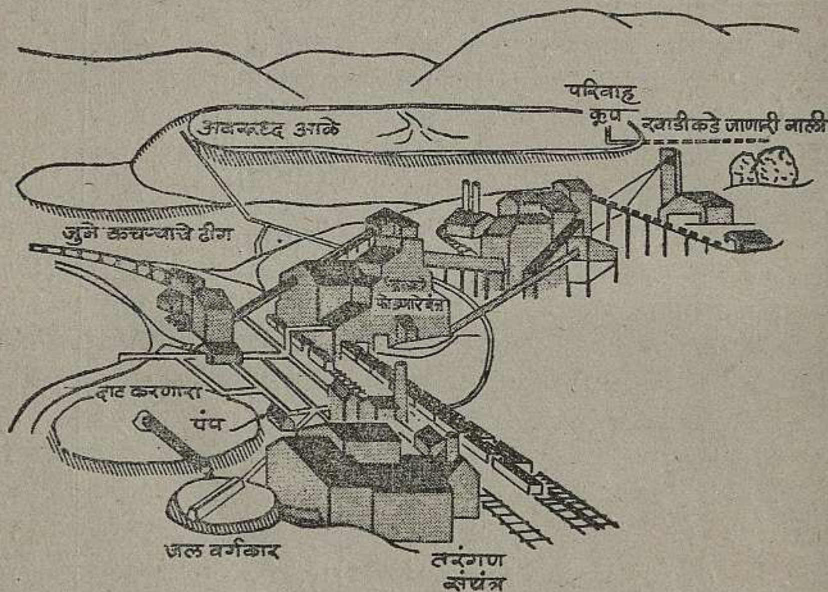
पश्चिम व्हर्जिनिया राज्यामधल्या काही खाणीतील पाण्याचे विश्लेषण (हिन्कल (१०८))

विश्लेषण	पाण्याचे उद्भवस्थान			
	पिट्स्बर्ग संधिस्तर	सेविक्ली संधिस्तर	अपर फ्रीपोर्ट	छप्पर गळती पिट्स्बर्ग
pH	२.२	७ ७	४.३	८.३
	ppm	ppm	ppm	ppm
अम्लता (फेनॉलथॅलीन)	३८८०	१२	४०	८
अम्लता (मेथिल नारिंगी)	१४२०	–४४० (क्षारीय)	१०	–८०० (क्षारीय)
अम्लता (मेथिल लाल)	२४२०	–४०८ (क्षारीय)	३०	—
एकूण घनपदार्थ	९२६२	२४६६	७३३	३१०५
सेंद्रिय आणि बाष्पशील	४९१६	२७०	६९	१४९
स्थिर खनिज द्रव्य	५७४९	२१९६	६६४	२९५६
अविलेय	—	२५	४७	१४
S_2O_2	७८	१९	४२	७
Fe_2O_3	१५२०	३	८	३५
Al_2O_3	२३१	७	१२	४
Mn_2O_3	+	५	०	१४७
CaO	५८९	१२१	१५६	१९९
MgO	२६८	५३	६०	२४
Na_2O	७५४	८२९	२४	११३०
SO_3 च्या स्वरूपात सल्फेटे	४७६०	९८७	३६९	१३१५
क्लोराईड	२८	२४	७	६

२) पूर्वी कचरा म्हणून टाकून दिल्या जात असलेल्या बारीक कोळशास वाढती मागणी, तिच्यामुळे अपशिष्टात जाणाऱ्या पदार्थांची राशी कमी होते.

३) अति सूक्ष्म आकाराचे कण स्वच्छ करण्याकरता अधिक कार्यक्षम पद्धति स्वीकारणे· उदा. ही समस्या सोडविण्याची एक म्हणून फेन-तरंगण विकसित करण्यात आले आहे

टॅमाका कोळशाच्या खाणीतील या तीन्हीही निकास पद्धतींचा उपयोग करण्यात आलेल्या संयंत्राचे रेखाचित्र रिबर्ट आणि बिशप यानी (१७९) (आ. २५–३) आरेखित केले आहे. कोळशाचा अवमल स्वच्छ करण्याकरता फेन–तरंगण प्रक्रिया वापरण्यात येते. तेथे कृत्रिमपणे प्रेरित केलेल्या फेसामुळे खनिज द्रव्य पृष्ठभागावर तरंगत राहते. तरंगणाऱ्या कोळशाचे वजन तोलून धरतील इतके बळकट बुडबुडे असणे महत्वाचे असल्याने फेनकारक म्हणून पाईन तेल वापरण्यात येते. पृष्ठभागावर स्थिर फेस तयार होण्याची क्षमता असलेले हे एक सेंद्रिय ध्रुवीय



आकृति २५–३. टॅमाका येथील कोळशाच्या खाणीतील अपशिष्ट–जलावरील उपचारण – (१७९)

संयुग (polar compound) आहे. प्राथमिक आणि दुय्यम अशा दोन्ही (संमार्जक (scavanger) तरंगण-संचांच्या परिचालनाचे फलन को. २५-७ आणि २५-८ मध्ये दिले आहे.

" कल्म " किंवा नदीत निक्षेपित झालेला कोळसा परत प्राप्त करण्याकरता नद्यांचे अधून मधून निष्कर्षण (dredging) केले पाहिजे. सस्क्वेहॅना नदीतून नदीबूड ॲंथ्रसाइटच्या पुनः प्राप्तीकरणाचे व्हॅन नेसने (२३२) वर्णन केले आहे. जेव्हा परत मिळविलेला कोळसा स्वच्छ करण्यात येतो तेव्हां जो वाफेच्या आकाराचा (steam-size) कोळसा बनतो; त्यात १६ टक्के राख आणि १८ टक्के आर्द्रता असते, व दर पौंडातून १०००० Btu उष्णतेचा पुरवठा होतो.

खाणीतील अम्ल अपशिष्टावरील उपचार –

खाणीतील अम्ल निकास-जलाच्या उपचारणाशी संबंध असलेल्या समस्यांवरील अगदी अलीकडे केलेल्या चर्चापैकी एका चर्चेत हर्टने (१०६) खालील पांच नियंत्रक उपायांची शिफारस केली आहे.

१) खाणीच्या क्षेत्रात पाणी शिरण्यास प्रतिबंध व्हावा आणि तेथे असलेले पाणी जलद काढून टाकले जावे म्हणून निकास नियंत्रण आणि नदीच्या प्रवाहाचे विशाखन (diversion)

२) " गॉब " (सल्फ्युरिक गाळ) पाण्याच्या संपर्कात कांहीमुद्धा न येईल अशी खात्री राहण्यासाठी सल्फरयुक्त द्रव्यांची योग्य प्रकारे विल्हेवाट लावणे.

३) पंपिग स्लग-परिणाम नाहीसे करणे, म्हणजेच वितरित (distributed) पंपिग करून उपचारण-संयंत्रावरील भारणाचे समानीकरण करणे.

४) अंतिम क्रियांची मोहोरबंदी करणे; प्रत्यक्षात पाणी सल्फरयुक्त मातीत शिरण्यास प्रतिबंध व्हावा म्हणून निकामीं खाणी मोहोरबंद करण्याची ही प्रक्रिया असते.

५) पाण्याचा दर्जा सुरक्षित राहावा म्हणून विशिष्ट परिस्थितीत कार्यातील निकास-जलावर रासायनिक उपचार करून खाणीतील निकासजलाचे उपचारण करणें.

त्याने असेही दाखवून दिले आहे की, खाणीतील अपशिष्ट जलाचे निःसरण रोखता येते असे अनुभवाने सिद्ध झाले आहे. उदा. खाण चालू करण्यापूर्वी अवरोधक बांधाचे (barrier dams) योग्य अभिकल्पन करून या संरक्षक उपायांच्या पृष्ठीय निसःरणाच्या योजना तयार

कोष्टक २५-६ *

खाणीतील अम्लीय निकास-जल असलेल्या पेन्सिल्व्हानिया नाल्याचे रासायनिक

माध्य प्रस्राव, फूट³/सेकंद	तपमान °F	रंग	pH	२५ °C तपमानातील विशिष्ट संवाहिता u mhas	सिलिका	अल्युमिनम	लोह	मॅंगनीज	कॅल्शियम	मॅग्नेशियम	सोडियम पोटॅशियम
४०		२	३.७०	१८४०	२३	७०	०.८३	१५	१३९	२४	१६
७३.२	४८	१	३.६०	१४३०							
५९.३	५८	२	३.३०	१४३०	१७	३७	०.५७	७२	११७	७७	१३
५४.२	५२	१	३.७०	१६९०							
२५.१	६६	१	३.३०	१६७०							
२९.२	६७	१	३ २५	१३४०	१३	३७	१.२	७.२	१००	६७	३,०
४१.७	६७	४	३.२०	१८७०	१५						
३२.४	६२	२	२.६०	१९३०	२१						
४३.६	६२	१	३.५०	१४७०	१४	३४	०.८५	५७	१४४	८६	६–६
३०.४	६०	७	३.३०	१५९०	१४						
२२.३	६८	०	३.१५	१९४०	२५	६५	१.६	८.२	१६७	१०७	१.२

* टॅमाका, पव्ना येथील पॅंथर खाडी

कोष्टक २५-६ चालू

विश्लेषण (दर दशलक्ष भागास एकूण भाग (ppm)) (१२२)

बायकार्बोनेट	सल्फेट	क्लोराइड	फ्ल्युओराइड	नायट्रेट	विलीन घनपदार्थ	$CaCo_3$ च्या स्वरूपात काठिण्य		H_2SO_4 च्या स्वरूपात एकूण अम्लता
						एकूण	नॉन कार्बोनेट	
०	११७०	१२	०.३	१.०	१७५०	१२००	१२००	५८०
०	७९८					६६०	६६०	३२२
०	८२९	७.०	०.१	० २	१२३०	८४४	८४४	३०८
०	९८०		०.१			९००	९००	३८४
०	९९६		०.४			७१६	७१६	५३६
०	७४४	७.०	०.२	०.४	११२०	७७९	७७९	३१२
०	११४०	८.०	०.१			१०१०	१०१०	
०	१३००	१२	०.०	० ५		५८७	५८७	६९०
०	८९९	६ ०	० ०	०.१	१४३०	९३१	९३१	२४८
०	१०९०	४.०	० ०	३ ५		६५०	६५०	४९६
०	११९०	२१	२.०	१.१	१६९०	१२७०	१२७०	४३६

कराव्यात काम बंद झाल्यावर गॉब–मार्गांच्या परिसरात, चिकणमातीसारखे द्रव्य घट्ट बसवून निःसरण थांबविण्याचे योग्य उपाय करावेत.

उदासीनीकरणाची नेहमी शक्यता असते पण ते करण्यास फार खर्च येतो आणि परिचालनाच्या दृष्टीनेहीं त्यात फार अडचणी येतात असे आतापर्यंत दिसून आले आहे. उघड्या खाणीत उपचारणाकरता पाणी एकत्रित करणे विशेषेकरून अवघड जाते कारण तेथील राशि आणि प्रवाह नाल्यासारख्या बदलत असतात. सैद्धांतकरीत्या एक टन सोडा अँश अथवा चुना खडी किंवा पाऊण टन जलयोजित चुना, खाणीतल्या अम्ल–जलातील एक टन H_2SO_4 चे उदासीनीकरण करण्यास लागतो. ब्रॅलीने (२७) प्रायोगिक संयत्रावरील उदासीनीकर–उपचारणाचे काही निष्कर्ष सादर केले आहेत. जरी उदासीनीकरण सैद्धांतिकारीत्या व भौतिक दृष्टीने शक्य असले तरी ते अव्यवहार्य असते अशा निर्णयाप्रत तो आला.

संशोधन आणि संयंत्र–अध्ययनाचे पुनर्विलोकन केल्यानंतर लेखकाने असा निष्कर्ष काढला की, खाणीत अम्ल जल तयार होण्यास, खालील नियमांचे पालन केल्यास, प्रतिबंध करता येईल पाणी बाहेर ठेवा; निकास-जल सारखे प्रवाही राखा; सल्फरयुक्त द्रव्यांचे वियोजन करा; आणि अम्लयुक्त डबक्यांचे उदासीनीकरण करा. खालील साधनांनी ही चार उद्दिष्टे साध्य करता येतील: पृष्ठजल बाहेर ठेवण्याची मुख्य पद्धत, नाल्याच्या उंच भितींच्या वरील काठाच्या बाजूने निकासी चर खोदणे, ही आहे भूशल एका खड्डयात गोळा करता येईल आणि उघड्या क्षेत्रा–बाहेर ते पंप करून टाकता येईल. योग्य उतार दिल्यास पाणी प्रवाही राहू शकेल आणि त्यामुळे सल्फरयुक्त द्रव्याशी संपर्क होण्यास फार अवधी मिळणार नाही. खाणीतील अम्ल निकासजलात त्याची भर पडून देण्यासाठी सल्फरयुक्त द्रव्याचे वियोजन कार्य, तक्तापीशो स्वच्छ ठेवून, अम्ल तयार होणारा कचरा पुरून टाकून, आणि कोळसा उघडा पडून देऊन, साध्य करता येते पश्च-भरावयाचे अथवा जमिनीस उतार देण्याची कामे योग्य प्रकारे केल्यास पाण्याचा निचरा होतो आणि अम्ल तयार होणे आणि निःसारण जलाची एकूण राशि, ही दोन्हीही कायमची बंद होतात अथवा कमी होतात.

कोष्टक २५–७
परिचालनाचे निष्कर्ष–प्राथमिक तरंगण परिपथ (१७९)

	संभरण	कोळसा	कचरा
गॅलन/मिनिट	१०००.०	२८०.०	७२०.०
घनपदार्थ %	१०.०	४०.६	९.६
घनपदार्थ टन/तास	५२.०	३३.५	१८.५
पुनःप्रापण, %	१००.०	६४.५	३५.५
राख, %	३०.०	१३.०	६०.८

चाळण आणि राखेचे विश्लेषण

जाळीचा आकार	W/o	राख,%	W/o	राख,%	W/o	राख,%
+ २८	३.७	११.३	५.७	८.८	१.५	१४.२
+ ४८	२०.७	१८.२	२१.४	९.२	१०.९	३२.९
+ १००	३४.०	२७.९	३४.०	१२.८	२६.५	६०.५
+ २००	२३.२	३३.४	२४.७	१३.९	२४.८	६५.८
— २००	१८.४	४६.४	१४.२	१९.५	३६.३	७०.०
एकूण	१००.०		१००.०		१००.०	

कोष्टक २५–८
परिचालनाचे निष्कर्ष, अपमार्जक (Scavanger) तरंगण परिपथ (१७९)

	संभरण	कोळसा	कचरा
गॅलन/मिनिट	३६०.०	२५.०	३३५.०
घनपदार्थ %	१५.४	४१.५	११.७
घनपदार्थ टन/तास	१५.२	३.१	१२.१
पुनःप्रापण, %	२९.२	६०	२३.२
राख, %	६१.४	२४.१	७०.७

चाळण आणि राखेचे विश्लेषण

जाळीचा प्रकार	W/o	राख,%	W/o	राख,%	W/o	राख,%
+ २८	३.५	१६.९	२.५	१४.९	३ ५	१६.४
+ ४८	१४.७	४६ ४	१७.८	१५ ६	१४.२	४८.४
+ १००	३१.२	६६ १	३१.९	२४.६	३२.२	७३.७
+ २००	२८.१	६६.६	२९ ९	२६ ३	२६.३	७८.१
— २००	२२.५	७२.१	१७.९	३०.६	२३.४	७९.४
	१००.०		१००.०		१०० ०	

संदर्भ : कोळशातील अपशिष्टे –

१ 'अॅसीड माईन ड्रेनेज, कट्रोल मेथड्स,' स्युवेज अॅन्ड इंड स्ट्रियल वेस्टस, २६, ९, ११०० (सप्टेंबर १९५४)

२ 'अॅसीड माईन ड्रेनेज स्टडीज,' युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, ओहायओ, नदी प्रदूषण सर्वेक्षण, ओहायओ नदी समितिस सादर केलेला अंतिम अहवाल, पुरवणी क, (१९४२)

३ 'अॅसिड माईन ड्रेनेज, समरी रिपोर्ट,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६. ५, ६५५ (मे १९५४)

४ 'अॅसिड माईन वॉटर इन दि अँग्रसाइट रीजन ऑफ पेन्सिल्व्हानिया,' युनायटेड स्टेट्स ब्यूरो ऑफ माईन्स, तांत्रिक प्रबंध ७१०

५ अॅडलर, ओ., 'Biologische Uatersuchungen von Ntiirlichen Eisenwassern,' Deutsche Medizinische Wochenschrift, २६ (१९०१) पान ४३१

६ अलेक्झांडर, एल, जे; 'कंट्रोल ऑफ आयर्न अँड सल्फर ऑर्गेनिझम्स बाय सुपर-क्लोरिनेशन अँड डीक्लोरिनेशन,' अमेरिकन जलकार्य संस्थेचे नियतकालिक, ३२, ७, ११३७ (जुलै १९४०)

७ अॅलन, ई. टी; जे. एल. क्रेन्शॉ, आणि जे जॉन्सन, 'टि मिनरल स्टडीज ऑफ आयर्न अमेरिकन जर्नल ऑफ सायन्स, १३ (१९१२) पान १६९–२३६

८ अॅलन, ई. टी., आणि जे. एल. क्रॅन्शॉ, 'दि स्टोक्स मेथड फॉर दि डिटर्मिनेशन ऑफ पायराईट अँड मॅर्कसाईट,' अमेरिकन जर्नल ऑफ सायन्स, ३८ (१९१४) पान ३७१–३९२

९ अँलन, ई. टी., आणि जे. जॉन्सन, 'दि एक्झॅक्ट डिटर्मिनेशन ऑफ सल्फर इन पाय-राईट अँड मॅर्कसाईट,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, २, ५, १९६–१९९ (मे १९१०)

१० अॅबेटर, ई; 'Mineralogiseh-Chemische Untersuchungen an Markasit,' Pyrit und Magnethies Disserta;ion, University ब्रेस्लॉ विश्वविद्यालय, (१९१३)

११ अॅश, एस. एछ; 'अॅसिड माईन ड्रेनेज प्रॉब्लेम्स,' युनायटेड स्टेट्स ब्यूरो ऑफ माईन्स, परिपत्रक ५०८

१२ अॅश, एस. एछ; 'डिस्पोजल ऑफ सल्फर वॉटर्स,' मायनिंग अँड मेटॅलर्जी, २२ ४११, १६७-१७१ (मार्च १९४१)

१३ अॅश, एस. एछ, आणि इतर, अॅसिड माईन ड्रेनेज पेन्सिव्हानिया अँथ्रसाईट रीजन प्रॉब्लेम्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ५, ६३० (मे १९५३)

१४ अॅश, एस. एछ; आर ई. डॉघर्टी, आणि पी. एस. मिलर, 'कॉस्ट ऑफ अॅन अॅसिड माईन ड्रेनेज टनेल,' युनायटेड स्टेट्स ब्यूरी ऑफ माईन्स, परिपत्रक ५१३, (१९५२)

१५ बास, एल; आणि जी. एम. वेकिंग, 'स्टडीज ऑन दि सल्फर बॅक्टीरिया,' अॅनल्स ऑफ बॉटनी, ३९ (१९२५) पान ६१३ व ६५०

१६ बास, एल; जी. एम. बेकिंग, आणि जी. एस. पार्फर्स, एनर्जी रिलेशन्स इन दी मेटॅबॉलिझम ऑफ ऑटोट्रॉफिक बॅक्टीरिया,' फिजिऑलॉजिकल रिव्ह्यू, ७ (१९२७) पान ८५ ते १०६

१७ बॅच, एछ; 'दि डिस्पोजल ऑफ कोल माईन लिक्विड वेस्ट्स,' बिटुमिनस कोळशा विषयीं तिसरे आंतर राष्ट्रीय संमेलन, कार्नेजी इन्स्टिटयूट ऑफ टेक्नॉलजी, पिट्स्बर्ग, २ (१९३१) पान ९२४–९५९

१८ बेन, जी. डब्ल्यू. 'पायराईट ऑक्सिडेशन,' इकॉनॉमिक जिऑलॉजी, ३०, १९३५ पान १६०–१६९

१९ बँडी, एम. सी; 'मिनरॅलजी ऑफ थ्री सल्फेट डिपॉझिट्स ऑफ नॉर्दर्न चिली,' अमेरिकन मिनरॅलॉजिस्ट, २३ (१९३८) पान ६६९-७६०

२० बील. जी. बी; 'कॉमन फॅलेसीज अबाऊट अॅसिड माईन वॉटर,' स्वास्थ्य मंडळ, पेन्सिल्व्हानिया

२१ बेक्विय, टी. डी; आणि पी. एफ. बोवार्ड, 'बॅक्टीरिया डिस्ट्रॉय पाईप लाईन इन कॅलिफोर्निया,' केमिकल अँड मेटॅलर्जिकल इंजनिअरिंग, ४०, १०, ५३० (आक्टोबर १९३३)

२२ बेक्विथ, टी. डी; आणि पी. एफ. बोवार्ड, 'बॅक्टीरियल डिसइंटिग्रेशस ऑफ सल्फर–कंटेनिंग सीलिंग कांपौंड्स इन पाईप जॉइंट्स,' कॅलिफोर्निया विश्वविद्यालय, लॉस अँजेलिसची जीवशास्त्र विषयक प्रकाशने, (१९३७) पान १२१–१३१

२३ बिलहार्झ, ओ. डब्ल्यू., 'एक्स्पीरिअन्सेस वुइथ अॅसिड माईन वॉटर ड्रेनेज इन ट्रायस्टेट फील्ड,' अमेरिकन इन्स्टिटयूट ऑफ मायनिंग अँड मेटॅलर्जिकल इंजनिअर्स, तांत्रिक प्रकाशन २२६७, अ वर्गाचे खाणविषयक तंत्रशास्त्र, (१९४७) पान १–१०

२४ ब्लॅक, एछ एछ; आणि इतर, इंडस्ट्रियल वेस्ट गाईड–बाय–प्रॉडक्ट कोक,' ११ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, (में १९५६)

२५ ब्रॅली, ए ए; 'रिसेंट रिसर्च अॅज टु दि इफेक्ट ऑफ कोल माईन ड्रेनेज जॉन दि क्लीन स्ट्रीम प्रोग्रॅम,' अमेरिकन जलकार्य संस्थेच्या पेन्सिव्हानिया विभागाच्या दुसऱ्या वार्षिक सभेस नादर केलेला प्रबंध, (१९५०)

२६ ब्रॅली, एस. ए; 'ॲसिड ड्रेनेज फ्रॉम कोल माईन्स,' ट्रॅन्झॅक्शन्स ऑफ अमेरिकन इन्स्टिटयूट ऑफ मायनिंग अँड मेटॅलर्जिकल इंजनिअर्स, तांत्रिक प्रकाशन ३०९८–F; माइनिंग इंजनिअरिंग, ३, ८, ७०३, ७०७ (ऑगस्ट १९५१)

२७ ब्रॅली, एस. ए., 'ए पायलट प्लॅंट स्टडी ऑफ दि न्यूट्रलायझेशन ऑफ ॲसिड ड्रेनेज फ्रॉम बिटचुमिनस कोल माईन्स,' पेन्सिल्व्हानिया स्वास्थ्य विभाग, (१९५१)

२८ ब्रॅली, एस. ए; 'एक्स्पेरिमेंटल स्ट्रिप माईन्स शो नो स्ट्रीम पोल्युशन,' मायनिंग काँग्रेस जर्नल (सप्टेंबर १९५२) पान ५०

२९ बंकर, एछ, एफ; 'ए रिव्हयू ऑफ दि फिजिऑलजी अँड बायोकेमिस्ट्री ऑफ सल्फर बॅक्टीरिया,' शास्त्रीय व औद्योगिक संशोधन विभाग, विशेष रासायनिक अहवाल ३, लंडन, (१९३६)

३० बर्क, एस. पी; आणि डब्ल्यू. आर. डाउन्स, 'ऑक्सिडेशन ऑफ पायरायटीस सल्फर इन कोल माईन्स,' ट्रॅन्झॅक्शन्स ऑफ अमेरिकन इन्स्टिटयूट ऑफ मायनिंग इंजनिअर्स (कोळसा विभाग) १३० (१९३८) पान ४२५

३१ कॅडी, जी. एछ; 'दि इलिनॉइस पायराईट इन्व्हेंटरी ऑफ १९१८,' इलिनॉईस राज्य भुगर्भशास्त्रीय सर्वेक्षण परिपत्रक, ३८ (१९२२) पान ४२७–४३०

३२ कार्पेन्टर, एल. व्ही; 'पोल्यूशन इन दि मोनॉनगाहेला रिव्हर बेसीन अँड इट्स इफेक्ट ऑन वॉटर सप्लाईज,' वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालयीन अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, तांत्रिक परिपत्रक, २ (१९२८) पान २७–३६

३३ कार्पेन्टर, एल. व्ही; 'बॉटेड: मोअर रिसर्च ऑन ॲसिड माईन वॉटर्स,' कोल एज, ३५ (१९३०) पान ४०६

३४ कार्पेन्टर, एल. व्ही; आणि ए. एछ. डेव्हिडसन, 'डेव्हलपमेंट्स इन दि ट्रीटमेंट ऑफ ॲसिड माईन ड्रेनेज,' वेस्ट व्हर्जीनियाच्या शास्त्रीय अकादमीची कार्यवाही, ४ (१९३०) पान ९३–९९

३५ कार्पेन्टर, एल. व्ही; आणि एल. के. हर्नडन, 'रिपोर्ट ऑन पोल्यूशन सर्व्हे ऑफ चीट रिव्हर बेसीन,' वेस्ट व्हर्जीनियाच्या जल आयोगाचा विशेष अहवाल, (१९२९)

३६ कार्पेन्टर, एल. व्ही; आणि एल. के. हर्नडन, 'ॲसिड माईन ड्रेनेज फ्रॉम बिटचूमिनस कोल माईन्स.' वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालयीन अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, संशोधन परिपत्रक, १०, (१९३३)

३७ कार्पेन्टर, एल. सी; आणि ई. टी. रोटमन, 'दि स्टरिलायझिंग इफेक्ट ऑफ ॲसिड माईन ड्रेनेज,' पेन्सिल्व्हानिया जल संस्थेची कार्यवाही, (१९३२)

३८ चब, आर. एस; आणि पी. डी. मर्कल, 'इफेक्ट्स ऑफ अॅसिड वेस्ट्स ऑन नॅचरल प्यूरिफिकेशन ऑफ शूलिकल रिव्हर,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, १८, ४, ६९२ (जुलै १९४६)

३९ 'दि क्लॅरिफिकेशन ऑफ कोल वॉशरी स्लाइम्स,' केमिकल अॅब्स्ट्रॅक्ट्स, ३२, ९, ३५८० (मे १९३८)

४० 'कोल इन मोनॉनगाहेला काऊंटी, 'वेस्ट व्हर्जीनिया भूगर्भीय सर्वेक्षण. (१९३२)

४१ 'कोल प्रोसेसिंग वेस्ट प्रॉब्लेम, रिपोर्ट ऑफ वेस्ट रायडिंग, यॉर्कशायर, रिव्हर बोर्ड,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, १, १९३ (जानेवारी १९४९)

४२ 'कोल वॉशरी वेस्ट स्टडी, वेस्ट व्हर्जीनिया,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ८, १०४० (ऑगस्ट १९५०)

४३ 'कोल वॉशरी वेस्ट्स,' ओहायओ नदी सर्वेक्षण पुरवणी D, युनायटेड स्टेट्स सार्व-जनिक स्वास्थ्य सेवा, (१९४३) पान १०७३

४४ 'कोल वॉशिंग इन्व्हेस्टिगेशन, मेथड्स अॅड टेस्ट्स,' युनायटेड स्टेट्स ब्यूरो ऑफ माईन्स, परिपत्रक ३००

४५ क्रोहर्स्ट, एछ. आर; 'ए स्टडी ऑफ दि पोल्यूशन अँड नॅचरल प्यूरिफिकेशन ऑफ दि ओहायओ रिव्हर,' यूनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, परिपत्रक २०४, (१९३३)

४६ कोल, व्ही. डब्ल्यू., 'लाईम ट्रीटमेंट ऑफ लेक रिड्यूसेस माईन वेस्ट पोल्यूशन,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, ४, १०० (जूलै-ऑगस्ट १९५७)

४७ कॉलिन्स, सी. पी; 'पोल्सूशन ऑफ वॉटर सप्लाईज बाय कोल माईन ड्रेनेज,' इंज-निअरिंग न्यूज रिकॉर्ड, ९१, १६, ६३८ (ऑक्टोबर १९२३)

४८ कॉल्मर, ए. आर; आणि एम ई. हिंकल, 'दि रोल ऑफ मायक्रो ऑर्गॅनिझम्स इन अॅसिड माईन ड्रेनेजः ए प्रिलिमिनरी रिपोर्ट,' सायन्स, १०६ (१९४७) पान २५३-२५६

४९ कॉल्मर, ए. आर; आणि एम. ई. हिंकल, 'अॅसिड माईन ड्रेनेज, मायक्रो ऑर्गॅनि-झम्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, १, १७७ (जानेवारी १९४८)

५० कॉल्मन, ए. आर; के. एल. टेंपल, आणि एम. ई हिंकल, 'अॅन आयर्न ऑक्सि-डायझिंग बॅक्टीरियम फ्रॉम दि अॅसिड ड्रेनेज ऑफ सम बिटच्यूमिनस कोल माईन्स,' जर्नल ऑफ बॅक्टीरियॉलजी, ५९, ३ ३१७ आणि ३२८ (मार्च १९५०)

५१ 'कंट्रोल ऑफ अॅसिड ड्रेनेज फ्रॉम कोल माईन्स,' पेन्सिल्व्हानिया स्वास्थ्य मंडळ

५२ कूपर, जे. ई; 'हाऊ टू डिस्पोज ऑफ अॅसिड वेस्ट,' केमिकल इंडस्ट्रीज, ६६ (मे १९५०) पान ५

५३ क्रिच्टन, ए. बी; 'न्यूट्रलायझेशन ऑफ ॲसिड माईन ड्रेनेज' मायनिंग काँग्रेस जर्नल १२ (१९२६) पान ४१८–४२०

५४ क्रिच्टन, ए. बी; 'डिस्पोजल ऑफ ड्रेनेज फ्रॉम कोल माईन्स,' ट्रॅन्झॅक्शन्स ऑफ अमेरिकन सोसायटी ऑफ सिव्हिल इंजनिअर्स, ९२८ (१९२८) पान १३३२–१३४२

५५ डेव्हिड्सस, ए. एछ; 'स्टडीज ऑन ॲसिड ड्रेनेज फ्रॉम बिटचूमिनस कोल माईन्स,' वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालय, अभियांत्रिकी प्रबंध, (१९३१)

५६ डेव्हिस, डी. ई., 'स्ट्रीम पोल्यूशन,' इंजनिअरिंग न्यूज रेकॉर्ड, ११७, १७, ५८६–५८७ (आक्टोबर १९३६)

५७ डेवस्टर, जी. एम., 'म्युनिसिपल वॉटर नीड्स व्हर्सस स्ट्रिप कोल मायनिंग,' अमेरिकन इन्स्टिटयूट ऑफ मायनिंग अँड मेटॅलर्जिकल इंजनिअर्स, तांत्रिक प्रकाशन २५७० – F; मायनिंग इंजनिअरिंग, १, ५, ३७–५८ (१९४९)

५८ डिनेगर, आर. एछ., आर. एछ. स्मेली, आणि व्ही. के. लमेर,' कायनेटिक्स ऑफ दि काँपोझिशन ऑफ सोडियम थायोसल्फेट इन डायल्यूट सोल्यूशन्स,' जर्नल ऑफ अमेरिकन केमिकल सोसायटी, ७३ (१९५१) पान २०५०–२०५४

५९ डाऊन्स, डब्ल्यू. एस; 'दि नॅचरल ऑक्सिडेशन ऑफ पायरिटिक सल्फर इन कोल, एम एस थीसीस, केमिस्ट्री: वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालय, (१९३६)

६० डाऊन्स, डब्ल्यू. एस; 'ए सर्व्हे ऑफ कल्व्हर्टस इन वेस्ट व्हर्जीनिया,' वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालयीन अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, संशोधन परिपत्रक १३, (१९५४)

६१ ड्रेक, सी. एफ; 'इफेक्ट ऑफ ॲसिड माईन ड्रेनेज ऑन रिव्हर वॉटर सप्लाय,' अमेरिकन जलकार्य संस्थेचे नियतकालिक, २३, ९, १४७४–१४९४ (सप्टेंबर १९३१)

६२ ड्रेक, सी. एफ; 'वॉटर–प्यूरिफिकेशन प्रॉब्लेम्स इन मायनिंग अँड मॅन्युफॅक्चरिंग डिस्ट्रिक्ट्स,' अमेरिकन जलकार्य संस्थेचे नियतकालिक, २३. ८, १२६१–१२७१ (ऑगस्ट १९३१)

६३ ड्रयूज, के; 'Mikrobiologische Untersuchungen Eines Stark Saureu Moorbodens,' Zeitschrift f. Bakt. Parasitenkunde, ११, ७६ (१९२८) पान ११४–१२१

६४ ईव्हेंन्सन, एछ. एन., 'कोल माईन्स ड्रेनेज,' आयझॅक वॉल्टन लीग ऑफ अमेरिका शिकॅगो, (१९२७)

६५ ईव्हेन्सन, एछ. एन; 'सप्लॅस वॉटर इन बिटचूमिनस कोल फील्ड्स,' कोल एज, ४० (१९३५) पान १९५

६६ एडवर्डस, ए. बी; आणि जी. बकर, 'सम ऑकरन्सेस ऑफ सुपर्जीन आयर्न सल्फाइड्स इन रिलेशन टू देअर एन्व्हायर्नमेंट्स ऑफ डीकॉपोझिशन,' जर्नल ऑफ सेडिमेंटरी पेट्रॉलजी, २१ (१९५१) पान ३४–३६

६७ 'एफिशिअन्सी इन क्लीनिंग,' कोल एज. ४४ (१९३९) पान ४४–४८

६८ फॅरेल, एम. ए; 'लिव्हिंग बॅक्टीरिया इन एन्शट रॉक्स ॲन्ड मिटिओराइट्स,' अमेरिकन म्यूझियम ऑफ नॅचरल हिस्टरी, अमेरिकन म्यूझियम नोव्हिटेट्स, न्यूयॉर्क, (१९३३)

६९ फॅरेल, एम. ए; आणि एछ. जी. टर्नर, 'बॅक्टीरिया इन ॲथ्रसाईट कोल,' फ्युएल ११ (१९३२) पान २२९–२३२

७० फेलेजी, ई. डब्ल्यू., आणि इतर, 'ॲसिड माईन ड्रेनेज, पेन्सिल्व्हानिया,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २०, ६, ११४६ (नोव्हेंबर १९४८)

७१ फेलेजी, ई. डब्ल्यू., एल. एछ जॉन्सन, आणि जे. वेस्टफील्ड, 'ॲसिड माईन वॉटर इन दि ॲथ्रसाईट रीजन ऑफ पेन्सिल्व्हानिया,' युनायटेड स्टेट्स ब्यूरो ऑफ माईन्स, तांत्रिक प्रबंध ७१० (१९४८)

७२ फिश, ई. एस; एल. ए. टर्नबुल ए. एल. टोन्जेस, आणि आय, हार्टमन,' ए स्टडी ऑफ समर एअरकंडिशनिंग वुइथ वॉटर स्प्रेज टू प्रिव्हेंट रूफ फॉल्स ॲट दी बीच बॉटम कोल माईन, वेस्ट व्हर्जीनिया,' युनायटेड स्टेट्स ब्यूरो ऑफ माईन्स, अन्वेषणांचा अहवाल क्र. ३७७५ (१९४४)

७३ फॉस्टर, डब्ल्यू. डी; आणि एफ. एल. Feiht, 'मिनरलजी ऑफ कॉंक्रीशन्स फ्रॉम पिट्स्बर्ग कोल सीम वूइथ स्पेशल रेफरन्स टू ॲनॅल्साईट,' अमेरिकन मिनरॉलॉजिस्ट, ३१ (१९४६) पान ३५७-३६४

७४ फ्रेडरिक, एल. आर; 'स्टडीज ऑफ सम फॅक्टर्स ॲफेक्टिंग बॅक्टीरियल ऑक्सिडेशन ऑफ सल्फर वुइथ पर्टिक्युलर कन्सिडरेशन ऑफ इनहिबिटर्स,' एम. एस. थीसिस, रुट्गर्स विश्वविद्यालय, (१९४७)

७५ फ्रेडरिक, एल. आर; आणि आर. एल. स्टार्कें, 'बॅक्टीरियल ऑक्सिडेशन ऑफ सल्फर इन पाईप सीलिंग मिक्श्चर्स,' जर्नल ऑफ अमेरिकन वॉटर वर्क्स असोसिएशन, ४०, ७, ७२९-७३६ (१९४८)

७६ फ्रॉस्ट, डब्ल्यू. एछ., ई. जे. थेरिऑल्ट, एछ. डब्ल्यू. स्ट्रीटर, आणि जे. के. हॉस्किन्स,' स्टडी ऑफ दि पोल्यूशन ॲन्ड नॅचरल प्यूरिफिकेशन ऑफ दि ओहायो रिव्हर,' I, II, III, सार्वजनिक स्वास्थ्य परिपत्रक, १७१ (१९३२) पान १९८, १४६

७७ फूजीशीगे, एछ; आणि के. हागा. 'थायोसल्फेट अँड ट्राय थायीनेट डीहायड्रेट इन केमोऑटोट्रॉफिक सल्फर बॅक्टीरिया,' इंपीरियल विश्वविद्यालय, टोकिओ, अॅक्टा फायटोची-मिका (जपान) १४ (१९४४) पान १४१—१४९

७८ गॅले, ई; 'Ober Selbstentzlndung der Steinkohle;' Zeitschrift f. Bakt. Parasitenkunde. १०, २८ (१९१०) पान ४६१-४७३

७९ गिड्ले, एल. पी., 'ट्रीटमेंट ऑफ अॅसिड माईन ड्रेनेज,' अंडरग्रॅज्यूएट केमिस्ट्री थीसिस वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालय, (१९२८)

८० गिफर्ड, आर. डी; 'कोलियरी वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ६,६, ११८५ (नोव्हेंबर (१९३४)

८१ जिलेनवॉटर, एल. ई; 'कोल वॉशरी वेस्ट्स, वेस्ट व्हर्जीनिया,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ७, ८६९ (जूलै १९५१)

८२ ग्लीन, एछ., 'बायॉलॉजिकल ऑक्सिडेशन ऑफ आयर्न इन सॉईल.' नेचर, १६६ (१९५०) पान ८७१-८७२

८३ ग्लीन, एछ; 'सम आस्पेक्ट्स ऑफ दि मेटॅबॉलिझम ऑफ ए न्यू ग्रूप ऑफ आयर्न ऑक्सिडायझिंग मायक्रोऑर्गेनिझम्स इन सॉईल,' जर्नल ऑफ जनरल मायक्रोबायॉलजी, ५, ३ (१९५१)

८४ ग्लीन, एछ.. आणि जे. एछ. क्वास्टेल, 'सल्फर मेटॅबॉलिझम इन सॉईल,' अॅप्लाईड मायक्रोबायॉलजी, १, (१९५३) पान ७०-७७

८५ Gottschalk, व्ही. ए., आणि एछ. ए. Buehler, 'ऑक्सिडेशन ऑफ सल्फाइड्स,' इकॉनॉमिक जिऑलॉजी, ७ (१९१२) पान १५-३४

८६ ग्रावे, ओ. आर; 'पायराईट डिपाझिट्स ऑफ मिसूरी,' मिसूरी भूगर्भ सर्वेक्षण आणि जल साधने, ३० (१९४५)

८७ ग्रॅफ, जी; 'न्यू वॉश वॉटर क्लॅरिफिकेशन प्रोसेस इन कोल मायनिंग,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, ४, ५, ९२५ (सप्टेंबर (१९३२)

८८ ग्रॅास, सी. डी; आणि सी, ली, 'कलेक्शन अँड ट्रीटमेंट ऑफ अॅसिड रन ऑफ फ्रॉम कोल गॉब-पाईल-स्टोरेज एरिआज,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय,)फेब्रुवारी १९५१)

८९ ग्रॉस, सी. डी; आणि सी. ली. 'गॉब-पाईल-स्टोरेज अेरियाज, अॅसीड रन ऑफ कलेक्शन अँड ट्रीटमेंट,' स्युवेज अॅन्ड इंड स्ट्रियल वेस्टस, २४, ६, ८०१ (जून १९५२)

९० Gutzeit, जी; ई. जे. लायन्स, आणि डी. सी. मॅकलीन, 'ट्रीटमेंट ऑफ फेनॉलिक वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल वेस्टस, ४, ४, ५७ (जुलै १९५९)

९१ हॉल, जी, एल; 'दि कट्रोल ऑफ स्ट्रीम पोल्यूशन इन मेरीलँड फ्रॉम ॲसिड कोल माईन ड्रेनेज,' मेंरीलँड–डेलावेअर जल आणि वाहितमल संस्थेचे १२ वे वार्षिक संमेलन, ८३ (१९३८) पान ९५

९२ हॅलव्हॉर्सन, एछ. ओ; 'स्टडीज ऑफ दि ट्रॅन्स्फॉर्मेशन ऑफ आयर्न इन नेचर; दि इफेक्ट ऑफ CO_2 ऑन दि इक्विलिब्रियम, इन आयर्न सोल्यूशन,' सॉईल सायन्स, ३२ १९३१ पान १४१–१६५

९३ हार्डर, ई. सी; 'आयर्न डिपॉझिटिंग बॅक्टीरिया अँड देअर जिऑलॉजिक रिलेशन्स,' युनायटेड स्टेट्स भूगर्भ सर्वेक्षण, व्यावसायिक प्रबंध ११३, (१९१९)

९४ हॅरिस, एस; 'कंट्रोलिंग दि ॲसिडिटी ऑफ माईन वॉटर बाय सीलिंग,' भारतीय कोळसा खाणकार्य संस्था, (१९३५)

९५ हार्ट, ई. जे; 'रेडिएशन केमिस्ट्री ऑफ फेरस सल्फेट सोल्यूशन्स,' जर्नल ऑफ अमेरिकन केमिकल सोसायटी, ७३ (१९५१) पान १८९१–१८९२

९६ हॅच, बीं. एफ; 'सीलिंग ॲबँडन्ड कोल माईन्स,' वॉटर वर्क्स अँड स्युवेज, ८१, १ ९९–१०० (जानेवारी १९३३)

९७ हेब्ले, एछ. एफ; 'न्यूट्रलायझिंग ॲसिड माईन वॉटर,' मायनिंग काँग्रेस जर्नल, ३६, ८, ६२–६३ (ऑगस्ट १९५०)

९८ हेब्ले, एछ एफ; 'स्ट्रीम पोल्यूशन बाय कोल माईन वेस्ट,' मायनिंग इंजनिअरिंग ट्रॅन्झॅक्शन्स, ५ (एप्रिल १९५३)

९९ हेब्ले, एछ. एफ., 'कोल वॉशरी वेस्ट्स, ट्रीटमेंट,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ३, ५९२ (मार्च १९४९)

१०० हेन्सन, ई. बी; 'बॉटम फौना इन रिलेशन टू दि हायड्रोजन आयन कॉसेंट्रेशन ऑफ लोअर डेकर्स्क्रीक बेसिन,' एम. एस. थीसिस, जीवशास्त्र विभाग, वेस्ट व्हर्जीनिया विश्व–विद्यालय, (१९५०)

१०१ हर्नडन, एल. के., 'सर्व्हे ऑफ माईन ड्रेनेज इन दि वेस्ट फोर्क बेसीन,' जल प्रदू–षणावरील ६ व्या वार्षिक वेस्ट व्हर्जीनिया समेलनाची कार्यवाही, वेस्ट व्हर्जीनिया अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, तांत्रिक परिपत्रक ४ (१९३१) पान ११५–१४२

१०२ हर्नडन, एल. के; 'ॲसिड माईन ड्रेनज फ्रॉम वेस्ट व्हर्जीनिया माइन्स,' केमिकल इंजनिअरिंग थीसिस, वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालय, (१९३४)

१०३ हर्नडन, एल. के., 'सॅनिटरी सर्व्हे ऑफ ओहायओ रिव्हर इन वेस्ट व्हर्जिनिया डिर्वारिंग १९३२,' वेस्ट व्हर्जीनियाच्या शास्त्र अकादमीची कार्यवाही, ७ (१९३४) पान ६३-६९

१०४ हर्नडन, एल. के., आणि डब्ल्यू. डब्ल्यू. हॉज, 'कोल सीम्स ऑफ वेस्ट व्हर्जीनिया अँड देअर ड्रेनेज,' वेस्ट व्हर्जीनिया शास्त्र अकादमीची कार्यवाही, ९ (१९३६) पान ३९-६१

१०५ हर्नडन, एल. के; आणि डब्ल्यू. डब्ल्यू. हॉज, 'वेस्ट व्हर्जीनिया कोल सीम्स अँड देअर ड्रेनेज,' वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालयीन अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, संशोधन परिपत्रक १४ (१९३६)

१०६ हर्ट, ओ. एछ; 'प्रॅक्टिकल कंट्रोल मेझर्स टू रिड्यूस ॲसिड माईन ड्रेनेज,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनांची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय, (मे १९५८) पान १८९

१०७ हर्ट, ओ. एछ; 'माईन ड्रेनेज कंट्रोल इन इंडियाना,' जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचे नियतकालिक, ३२, ५, ५०५ (मे १९६०)

१०८ हिकल, एम. ई., आणि डब्ल्यू. ए. कोहलर, 'इन्व्हेस्टिगेशन्स ऑफ कोल माईन ड्रेनेज,' वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालयीन प्रयोग केंद्र, कोल संशोधन सन्मान्य सदस्य विभाग, वार्षिक अहवाल, १९४४, आणि अर्ध)semi) वार्षिक अहवाल, (१९४६)

१०९ हिकल, एम. ई., आणि डब्ल्यू. ए कोहलर, 'दि ॲक्शन ऑफ सर्टन मायक्रो—ऑर्गेनिझम्स इन ॲसिड माईन वॉटर,' अमेरिकन इन्स्टिटयूट ऑफ मायनिंग अँड मेटॅलर्जिकल इंजनिअर्स, तांत्रिक प्रकाशन २३८१, (१९४८)

११० होक, आर. डी., 'ए रॅशनल एक्झॅमिनेशन ऑफ स्ट्रीम पोल्यूशन अबेटमेंट,' सायन्स, १०१ (१९४५) पान ५२३-५२८

१११ हॉज, डब्ल्यू. डब्ल्यू., 'पोल्यूशन ऑफ स्ट्रीम्स बाय कोल माईन ड्रेनेज,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, २६ १०, ४८-५५ (आक्टोबर १९३७)

११२ हॉज, डब्ल्यू. डब्ल्यू., 'दि इफेक्ट ऑफ कोल माईन ड्रेनेज ऑन वेस्ट व्हर्जीनिया रिव्हर्स अँड वॉटर सप्लाईज,' वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालयीन प्रयोग केंद्र, परिपत्रक १८ (१९३८)

११३ हॉज, डब्ल्यू. डब्ल्यू., 'माईन ड्रेनेज पोल्यूशन,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १०, १, १६८ (जानेवारी (१९३८)

११४ हॉज, डब्ल्यू. डब्ल्यू., आणि एम. ई. हिकल, 'रोल ऑफ मायक्रो-ऑर्गेनिझम्स,' अमेरिकन रसायन संस्थेच्या, जल वाहित आणि स्वास्थ्य रसायनांच्या विभागाने १९४६ च्या एप्रिल महिन्यात वसंत ऋतू ील सभेत सादर केलेला प्रबंध.

११५ हॉज, डब्ल्यू. डब्ल्यू., आणि आर. न्यूटन, 'स्टडीज ऑन ऑर्गेन्टाऊन वॉटर सप्लाईज, एस्पेशली देअर व्हेरिएशन्स इन मिनरल कंटेंट,' वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालयीन अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, तांत्रिक परिपत्रक ७, (१९३४) पान ५२–६६

११६ हॉज, डब्ल्यू डब्ल्यू., आणि ई. जे. नीहाउस, 'ओहायओ रिव्हर वॉटर इन दी व्हीलिंग डिस्ट्रिक्ट अँड इटस ट्रीटमेंट फॉर यूज इन बॉयलर्स,' जल प्रदूषणावरील १० व्या वेस्ट व्हर्जीनिया संमेलनाची कार्यवाही, वेस्ट व्हर्जीनिया अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, तांत्रिक परिपत्रक ८ (१९३६) पान ४१–६६

११७ हॉफर्ट, जे. आर; 'ॲसिड माईन ड्रेनेज,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३९, ५, ६४२ (मे १९४७)

११८ हॉफर्ट, जे. आर; 'ॲसिड माईन ड्रेनेज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १९, ६, १०९५ (नोव्हेंबर १९४७)

११९ जेन्सन, एछ. जे; " Vorkommen von Thiobacillus Thiooxidans in Danishem Boden, " Zentr Bakteriol Parasitenkunde, II, ७२ (१९२७) पान २४२–२४६

१२० जॉफ, जे. एस; 'प्रिलीमिनरी स्टडीज ऑन दि आयसोलेशन ऑफ सल्फर–ऑक्सिडायझिंग बॅक्टीरिया फ्रॉम सल्फर फ्लोट सॉईल काँपोस्ट,' सॉईल सायन्स, १३ (१९२२) पान १६१

१२१ जॉन्सन, एल. एछ; 'ट्रीटमेंट ऑफ ॲसिड माईन वॉटर, फॉर ब्रेकर यूज इन दि अँथ्रासाईट रीजन ऑफ पेन्सिल्व्हेनिया,' युनायटेड स्टेट्स खाण विभाग, माहिती परिपत्रक, ७३८२ (१९४६)

१२२ जोन्स, डी. सीं; 'ॲसिड माईन वॉटर, इट्स कंट्रोल रिडयूसेस स्ट्रीम पोल्यूशन,' मेकनायझेशन, भाग १५ १० (आक्टोबर १९५१), भाग २, १५, ११ (नोव्हेंबर १९५१)

१२३ जोसेफ, जे. एम., 'मायक्रो वायॉलिकल स्टडी ऑफ ॲसिड माईन वॉटर्स: प्रिली–मिनरी रिपोर्ट,' ओहायओ जर्नल ऑफ सायन्स, LIII (१९५३) पान १२३

१२४ कॅप्पेन, एछ; आणि ई. क्वेन्सेल, " Uber die Umwandlungen von Schwefel and Schwefelverbindungen im Ackerboden, Ein Beitrag zur Kennstin des Schwefelkreislaufs, " Die Landwirtschaftliche Versuchsstation, ८६ (१९१५) पान १–३४

१२५ काप्लान, बी. बी; दि रिकव्हरी ऑफ मार्केटेबल बाय प्रॉडक्ट्स फ्रॉम ॲसिड माईन वॉटर,' वेस्ट व्हर्जीनिया शास्त्र अकादमीची कार्यवाही, ४ (१९३०) पान ९०-९२

१२६ काप्लान, बी बी., आणि डी. बी. रेगर, 'प्रोसेस ऑफ प्यूरिफाइंग वॉटर,' युनायटेड स्टेट्स पेटंट १८७८५२५ (१९३२)

१२७ किल्पॅटिक, एम; आणि एम. एल. किल्पॅट्रिक, 'दि स्टॅबिलिटी ऑफ सोडियम थायोसस्फेट सोल्यूशन्स,' जर्नल ऑफ अमेरिकन केमिकल सोसायटी, ४५ (१९२३) पान २१३२

१२८ लॅकी, जे. बी., 'दि फ्लोरा अँड फौना ऑफ सर्फेस वॉटर्स पोल्यूटेड बाय ॲसिड माईन ड्रेनेज,' पब्लिक हेल्थ रिपोर्टस, ५३ (१९३८) पान १४९९–१५०७

१२९ लीदन, डब्ल्यू. डब्ल्यू., आणि एस. ए. ब्रॅली, 'बॅक्टीरियल ॲक्टिव्हिटी ऑन सल्फ्युरिक कॉन्स्टिटचुअंट्ड असोशिएशएटेड वुइथ कोल.' अमेरिकन जीवाणु शास्त्रज्ञांच्या संस्थेचो कार्यवाही, (१९५०) पान २१

१३० लीदन, डब्ल्यू. डब्ल्यू; आणि एस. ए. ब्रॅली, 'दि इफेक्ट आयर्न ऑक्सिडायझिंग बॅक्टीरिया ऑन सर्टन सल्फ्युरिक कॉन्स्टिटचुअंट्स ऑफ बिटुमिनस कोल,' अमेरिकन जीवाणु शास्त्रज्ञांच्या संस्थेची कार्यवाही (१९५१) पान २१

१३१ लीदन, डब्ल्यू. डब्ल्यू., एस. ए. ब्रॅली, आणि एल. डी. मॅकइंटायर, 'दि रोल ऑफ बॅक्टीरिया इन दि फॉर्मेशन ऑफ ॲसिड फ्रॉम सर्टन सल्फ्युरिक कॉन्स्टिटचूअंटस असोशि-एटेड वुइथ बिटुमिगस कोल २, थोयोबॅसीलस थायो ऑक्सिडन्स,' ॲप्लाईड मायक्रोबायॉलॉजी, १ (१९५३) पान ६१–६४

१३२ लीदन, डब्ल्यू. डब्ल्यू., एस. ए. ब्रॅली: आणि एल. डी. मॅकइंटायर, 'दि रोल ऑफ बॅक्टीरिया इन दि फॉर्मेशन ऑफ ॲसिड फ्रॉम सर्टन सल्फ्युरिक कॉन्स्टिटचुअंट्स असो-शिएटेड वुइथ बिटयुमिनस कोल, २ फेरल आयर्न ऑक्सिडायझिंग बॅक्टीरिया,' अप्लाईड माय-क्रोबायॉलजी, १ (१९५३) पान ६५–६८

१३३ लीदन, डब्ल्यू. डब्ल्यू; एल. डी. मॅकइंटायर, आणि एस. ए. ब्रॅली, 'ए मिडियम ऑफ दि स्टडी ऑफ दि बॅक्टीरियल ऑक्सिडेशन ऑफ फेरस आयर्न,' सायन्स, १४ (१९५१) पान २८०–२८१

१३४ लीदन, डब्ल्यू डब्ल्यू; आणि के. एम. मॅडिसन, 'दि ऑक्सिडेशन ऑफ फेरस आयर्न बाय बॅक्टीरिया फाऊंड इन ॲसिड माईन वॉटर.' अमेरिकन अणुजीवशास्त्रज्ञांच्या संस्थेची कार्यवाही, (१९४९) पान ६४

१३५ लीच (Leitch), आर. डी; 'ऑब्झर्व्हेशन्स ऑन ॲसिड माईन ड्रेनेज इन वेस्टर्न पेन्सिल्व्हानिया,' युनायटेड स्टेट्स खाण विभाग, अन्वेषणांचे अहवाल क्र. २७२५ (जानेवारी १९२६)

१३६ लीच, आर डी., 'ॲसिड माईन ड्रेनेज इन वेस्टर्न पेन्सिल्व्हानिया,' युनायटेड स्टेट्स खाण विभाग अन्वेषणांचे अहवाल क्र. २८२९ (सप्टेंबर १९२८)

१३७ लीच, आर. डी., 'ऑब्झर्व्हेशन्स ऑन ॲसिट माईन ड्रेनेज इन वेस्टर्न पेन्सिल्हा–निया,' मार्यानिट कॉंग्रेस जर्नल, १४, ११, ८३५–८३९ (नोव्हेंबर १९२८)

१३८ लीच, आर. डी., 'ॲबॅंडन्ड माइन्स,' युनायटेड स्टेट्स खाण विभाग, अन्वेषणांचे अहवाल क्र. ३०९८ (एप्रिल १९५३)

१३९ लीच, आर. डी., 'दि ॲसिडिटी ऑफ वेनेट ब्रॅंच ऑफ सिनेमॅहॉनिग क्रीक्स पेन्सिल्व्हानिया, डिबरिंग लो वॉटर,' युनायटेड स्टेट्स खाण विभाग, अन्वेषणांचे अहवाल क्रमांक ३०९७ (जूलै १९३१)

१४० लीच, आर. डी., 'दि ॲसिडिटी ऑफ ब्लॅक लिक, टू लिक अँड यलो क्रीक्स पेन्सिल्व्हानिया डिबरिंग लो वॉटर इन १९३०, युनायटेड स्टेट्स खाण विभाग, अन्वेषणांचें अह-वाल क्र. ३१०२ (जूलै १९३१)

१४१ लीच, आर. डी; 'ॲसिडिटी ऑफ ड्रेनेज फॉम हाय पायरिटिक कोल एरियाज इन पेन्सिल्व्हानिया,' युनायटेड स्टेट्स खाण विभाग, अन्वेषणांचे अहवाल क्र. ३१४६ (जाने–वारी १९३२)

१४२ लीच, आर. डी; 'दि ॲसिडिटी ऑफ सेव्हरल पेन्सिल्व्हानिया स्ट्रीम्स डिबरिंग लो वॉटर,' यूनायटेड स्टेट्स खाण विभाग, अन्वेषणांचे अहवाल क्र. ३११६ (सप्टेंबर १९३१)

१४३ लीच, आर डी; आणि डब्ल्यू. पी. यॅंट, 'ए कंपॅरिझन ऑफ दि ॲसिडिटी ऑफ वॉटर्स फ्रॉम सम ॲक्टिव्ह ॲन्ड अबॅंडन्ड कोल माईन्स,' युनायटेड स्टेट्स खाण विभाग, अन्वेष–णांचे अहवाल क्र. २८९५ (आक्टोबर १९२८)

१४४ लीच, आर. डी., डब्ल्यू. पी. यॅंट आणि आर. आर. सेयर्स, 'इफेक्ट ऑफ सीलिंग ऑन असिडिटी ऑफ माईन ड्रेनेज,' युनायटेड स्टेड्स खाण कार्यालय, अन्वेक्षणांचे अहवाल क्र. २९९४ (एप्रिल १९३०)

१४५ लीच, आर. डी., आणि डब्ल्यू. पी. यॅंट, 'सीलिंग ओल्ड वर्किंग्ज प्रिव्हेंट्स ॲसिड फॉर्मेशन अँड सेव्हज पाइप्स अँड स्ट्रीम्स.' कोल एज, ३५ (१९३०)

१४६ लेविस, डब्ल्यू एम. आणि सी. पीटर्स, 'कील माईन स्लॅज ड्रेनेज,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ४, १४५ (मार्च–एप्रिल १९५६)

१४७ लॉकेट, डब्ल्यू. टी,, 'ऑक्सिडेशन ऑफ थायोसल्फेट्स ऑन बॅक्टीरियल फिल्टर्स' जर्नल ऑफ सोसायटी ऑफ केमिकल इंडस्ट्री, ३२ (१९१३) पान ५७३–५८१

१४८ लॉकेट, डब्ल्यू. टी., 'ऑक्सिडेशन ऑफ थायोसल्फेट बाय सर्टन बॅक्टीरिया इन प्युअर कल्चर,' रॉयल सोसायटी (लंडन) ची कार्यवाही मालिका B, ८७ (१९१४) पान ४४१–४४४

१४९ लुट्झ, डब्ल्यू. एफ., आणि जॅ. टी. ग्रिफिथ, 'इफेक्टस ऑफ रेन फॉल इन मायनिंग एरिया,' खाण आणि धातुकर्म अभियंत्याच्या अमेरिकन संस्थेचा कारभार (Transactions) १६८ (१९४६) पान १४५–१५४

१५० लायन, ई. डब्ल्यू वेस्ट व्हर्जिनियाच्या स्वास्थ्य विभाग, राज्य नियोजन मंडळाकडे स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभागाचा, सोडून दिलेल्या कोळसा खाणींच्या मोहोरबंदीवरील अहवाल, (१९३६)

१५१ मॅकगोहे, पी, एछ; 'ए स्टडी ऑफ दि स्ट्रीम पोल्यूशन प्रॉब्लेम इन दी रोनोके व्हा., मेट्रॉपॉलिटन डिस्ट्रिक्ट,' पॉलीटेक्नीक संस्था ब्लॅक्सबर्ग, व्हा., परिपत्रक XXXV, (१९४२) पान १०

१५२ मॅक्इंटायर, डब्ल्यू. एछ; डब्ल्यू. एम. शॉ. आणि जे. बी. यंग, 'दि ऑक्सिडेशन ऑफ पायराईट अॅंड सल्फर अॅज इंन्फ्लुएन्सड बाय लाईम अॅंड मॅग्नेशिया–ए ट्वेल्व लिसीमीटर स्टडी,' सॉईल सायन्स, ३० (१९३०) पान ४४३–४५७

१५३ मॅकलीन, एछ. सी; 'दि ऑक्सिडेशन ऑफ सल्फर बाय मायक्रोऑर्गॅनिझम्स इन इट्स रिलेशन टू दि अव्हेलेबिलिटी ऑफ फॉस्फेट,' सॉईल सायन्स, ५ (१९१८) पास २५१–२९०

१५४ मॉर्गन, एल. एस, 'अॅसिडिटी अॅंड हार्डनेस अॅट मोनॉन्गाहेला रिव्हर प्लॅंट्स,' इंजनिअरिंग न्यूज रेकॉर्ड, १०६, २१, ८५० (मे १९३१)

१५५ मॉर्गन, एल. एस., 'अॅसिड माईन वेस्ट, ट्रीटमेंट अॅन्ड डिस्पोजल,' स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १४, २, ४०४ (मार्च १९४२)

१५६ मॉर्गन, एल. एस, 'ट्रीटमेंट ऑफ अॅसिड माईन वॉटर,' पेन्सिल्व्हॉनिया वाहितमल आणि औद्योगिक अपशिष्ट संस्थेच्या वार्षिक सभेत सादर केलेला प्रबंध, (ऑगस्ट १९५२)

१५६ अ मोल्टन, ई. क्यू; 'दि अॅसिड माईन–ड्रेनेज प्रॉब्लेम इन ओहायओ,' अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्राचे परिपत्रक १६६, ओहायओ राज्य विश्वविद्यालय, (नोव्हेंबर १९५७)

१५७ मंफोर्ड, ई. एम; 'ए न्यू आयर्न बॅक्टीरियम,' जर्नल ऑफ केमिकल सोसायटी, १०३ (१९१३) पान ६४५–६५०

१५८ मर्डक, एछ. आर; 'प्रिव्हेंटिंग दि फॉर्मेशन ऑफ माईन ड्रेनेज इन पेन्सिल्व्हानिया स्ट्रीम कोल माइन्स,' इंडस्ट्रियल अॅंड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४५, २, १०१ A–१०२ A (फेब्रुवारी १९५३)

१५९ न्यू हाऊस, डब्ल्यू. एछ; 'सम फॉर्म्स ऑफ आयर्न सल्फाईड ऑकरिंग इन कोल अँड आदर सेडिमेंटरी रॉक्स,' जर्नल ऑफ जिऑलजी, ३५ (१९२७) पान ७३–८३

१६० नस्बॉम, आय., 'इफेक्ट्स ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट ऑन म्युनिसिपल स्युवेज वर्कस अॅट डेट्रॉइट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १२, १५८३–१५९० (डिसेंबर १९५०)

१६१ ओहायओ नदी समिती, 'ओहायओ रिव्हर पोल्यूशन कंट्रोल युनायटेड स्टेट्स शासकीय मुद्रणालय, वॉशिंग्टन, डी. सी. (१९४४)

१६२ ऑल्सेन, ई., आणि डब्ल्यू. Szybalski, 'एरोबिक मायक्रोबायॉलॉजिकल करोजन ऑफ वॉटर पाइप्स,' १, २, अॅक्टा केमिकल (स्कँडिनेव्हिया) ३ (१९४९) पान १०६४ १११६

१६३ पार्कर, सी. डी; 'दि करोजन ऑफ कॉंक्रीट: दि आयसोलेशन ऑफ ए स्पीसीज ऑफ बॅक्टीरियम असोशिएटेड वुइथ करोजन ऑफ कॉंक्रीट एक्स्पोज्ड टू अॅट्मॉस्फिअर कटेनिंग हायड्रोजन सल्फाईड,' प्रायोगिक जीवशास्त्र आणि वैद्यकीय शास्त्रविषयक ऑस्ट्रेलियाचे नियत–कालिक, २३ (१९४५) पान ८१–९८

१६४ पार्कर, सी. डी , 'स्पीसीज ऑफ सल्फर बॅक्टीरिया असोशिएटेड वुइथ दि करो–जन ऑफ कॉंक्रीट.' नेचर, १५९ (१९४८) पान ४३९–४४०

१६५ पार, एस. डब्ल्यू., आणि ए. आर. पॉवेल, 'ए स्टडी ऑफ दि फॉर्म्स इन व्हिच सल्फर ऑकर्स इन कोल,' इलिनॉईस विश्वविद्यालयीन अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, परिपत्रक १११ (१९१९)

१६६ पार्टन, डब्ल्यू. जे; 'कोल वॉशरी प्लँटस,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ३९, ५, ६४६ (मे १९४७)

१६७ पिट्स्बर्ग जिल्हा, पिट्स्बर्ग, पा; येथील नद्याच्या काठिण्य व अन्य गुणधर्मांचे रेखाचित्रीय अभ्यास, न्यूयॉर्क, (१९२९)

१६८ फ्ल्यूमर, सी. डब्ल्यू; 'कॉन्स्टिटयूशन ऑफ मर्केसाईट अँड पायराईट,' केमिस्ट्री प्रबंध, पेन्सिल्व्हानिया विश्वविद्यालय, १९१०–१९११

१६९ पोयॉन, जे; आणि ओ. कोप्पीयर. 'रोल ऑफ सल्फेट-रिड्यूसिंग बॅक्टीरिया इन दि बायॉलॉजिक ऑल्टरेशन ऑफ स्टोन्स ऑफ मॉन्यूमेंटस,' Comptes Rendus (फ्रान्स) २३१ (१९५०) पान १५८४–८५

१७० पोचॉन, जे. टी. यॉव-ट्सेंग, 'रोल ऑफ सल्फर बॅक्टीरिया इन दि डिसइंटिग्रे–शन ऑफ बिल्डिग स्टोन Comptes Rendus (फ्रान्स) २२६ (१९४८) पान २१८८–२१८९

१७१ पॉवेल, ए. आर., 'मेथड्स ऑफ अॅनलायजिंग कोल अँड कोक,' युनायटेड स्टेट्स खाण विभाग, तांत्रिक प्रबंध २५४, (१९२१)

१७२ प्रिंगशीम, ई. जी., 'दि फिलॅमेंट्स बॅक्टीरिया स्फेरॉटिलस लोटोथ्रिक्स, कॅल्डोथ्रिक्स, अँड देअर रिलेशन टू आयर्न अँड मॅंगेनीज,' रॉयल सोसायटी (लंडन) चा कारभार, मालिका B (१९४२) पान २३३, ६०५, ४५३ आणि ४८२

१७३ प्रिंगशीम, ई. जी., 'आयर्न बॅक्टीरिया,' बायॉलाजिकल रिव्ह्यूज, २४, २, २०० –२४५ (१९५९)

१७४ प्रिन्स, के., 'कोल–प्रिपरेशन प्लॅंट्स,' मायनिंग अभियांत्रिकी, ४, ६, ५७२ (जुलै १९५२)

१७५ 'पब्लिक वॉटर सप्लाईज ऑफ वेस्ट व्हर्जीनिया,' वेस्ट व्हर्जीनिया राज्य स्वास्थ्य विभाग, परिपत्रक १८ (१९३१) पान ४२

१७६ पर्डी, डब्ल्यू. सी., ए स्टडी ऑफ दि पोल्यूशन अँड नॅचरल प्यूरिफिकेशन ऑफ दि ओहायओ रिव्हर,' युनायटेड स्टेट्स सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, परिपत्रक १३१, (१९२३) परिपत्रक, १९८, (१९३०)

१७७ 'प्यूरिफाइंग कोल वॉशिंग स्लरी लिकर,' केमिकल अॅब्स्ट्रॅक्ट्स, ३० (१९३६) पान ८५८०, ब्रिडिश पेटंट ४४८५९३, जून ११, (१९३६)

१७८ क्विस्पेल, ए. जी. डब्ल्यू. हार्मसेन, आणि डीं, ऑट्झेन,' कॉंट्रिब्यूशन टू दि केमिकल अँड बॅक्टीरिऑलॉजिकल ऑक्सिडेशन ऑफ पायराईट इन सॉईल, प्लॅंट अँड सॉईल ४ (१९५२) पान ४३–५५

१७९ रिकर्ट, ई. ई., आणि डब्ल्यू टी. बिशप, 'वॉश वॉटर ट्रीटमेंट अँड फाईन कोल रिकव्हरी,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४२, ४, ६२६ (एप्रिल १९५०)

१८० रिकर्ट, ई. ई; आणि डब्ल्यू टी. बिशप, 'कोलिअरी वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, १०, १३७९ (आक्टोबर १९५०)

१८१ रॉबर्टस, पी. टी, 'अॅसिडस इन दि मोनॉन्गाहेला रिव्हर,' इंजनिअरिंग न्यूज रेकॉर्ड, ३४ (१९११) पान २६

१८२ रोटमन, ई. टी; 'दि स्टरिलायझेशन ऑफ स्युवेज बाय अॅसिड माईन वॉटर्स, वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालय, एम. एस. प्रबंध, रसायन अभियांत्रिकी: (१९३२)

१८३ रोटमन, ई. टी., 'ए फर्दर स्टडी ऑफ अॅसिड माईन ड्रेनेज वुइथ रिलेशन टू स्ट्रीम पोल्यूशन,' वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालयाचे वाचनालय, परिदत्रक, ६२८, ५४१. R ६२

१८४ रॉस, जी ए., 'प्रिपरेशन ऑफ अँथ्रसाईट,' कोल मायनिंग जर्नल, ३१, ६, पान ३२-३४, ५० (जानेवारी १९४७)

१८५ रुडाल्फ्स, डब्ल्यू., ऑक्सिडेशन ऑफ आयर्न पायराइट्स बाय सल्फर ऑक्सिडायझिंग ऑर्गनिझम्स अँड देअर यूज फॉर मेकिंग मिनरल फॉस्फेट्स अव्हेबल,' सॉईल सायन्स १४ (१९२२) पान १३५-१४७

१८६ स्वास्थ्य जल मंडळ, 'कंट्रोल ऑफ अॅसिड ड्रेनेज फ्रॉम कोल माईन्स,' पेन्सिल्व्हानिया स्वास्थ्य विभाग, (१९५२)

१८७ सेयर्स, आर. आर, आणि इतर, ए जनरल रिव्हयू ऑफ दि यू. एस. ब्यूरो ऑफ माइन्स स्ट्रीम पोल्यूशन इन्व्हेस्टिगेशन्स,' युनायटेड स्टेट्स खाण विभाग, अन्वेषणांचे अहवाल क्र. ३०९८ (एप्रिल १९३१)

१८८ सेलिव्हग, डब्ल्यू. ए., आणि डब्ल्यू. सी. रॅटलिफ, दि नेचर ऑफ अॅसिड वॉटर फ्रॉम कोल माइन्स अँड दि डिटर्मिनेशन ऑफ अॅसिडिटी,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, १४ (१९२२) पान १२५

१८९ सीमूर, आर. बी., डब्ल्यू. पॅरको, डब्ल्यू जे. एनी. ए. सी. लूबर. आर. एछ. स्टीनर, आणि आर. डी. स्टाऊट, 'पर्फॉमन्स स्टडीज ऑन सल्फर जॉईंटिंग कांपौंड्स,' अमेरिकन जल कार्य संस्थेचे नियतकालिक, ४३, १२, १००१-१०१४ (डिसेंबर १९५१)

१९० सीमूर, आर. बी. डब्ल्यू. पँस्को, आणि आर. डी. स्टाऊट, 'करोजन स्टडीज ऑफ आयर्न इन दि प्रेझेन्स ऑफ सल्फर,' करोजन, ७ (१९५१) पान २६३-२६८

१९१ शीन, आर. टी; आणि डब्ल्यू. एछ. कोहलर, डायरेक्ट टायट्रेशन ऑफ सल्फेट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, विश्लेषणात्मक आवृत्ती, ८, २, १२७-१३० (मार्च १९३६)

१९२ सीबर्ट, सी. एल. ज्यू., 'कोलिअरी सिल्ट, डिश्चार्ज प्रिव्हेन्शन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ६, ८०० (जून १९५२)

१९३ Sijderius. आर; “ Heterotrophe Bacterien, Die Thiosulfaat Oxydeeren,' अॅम्स्टर्डाम विश्वविद्यालय, डॉक्टरी शोधनिबंध Dissertation (१९४६)

१९४ सिन्नॅट. एफ. एस , ए. ग्राऊंडस, आणि एफ-बेली, 'दि इनॉर्गॅनिक कॉन्स्टिटयुअंटस् ऑफ कोल वुइथ स्पेशल रेफरन्स टू लँकेशायर सीम्स,' रसायन उद्योग संस्थेचे नियतकालिक, लंडन, ४० (१९२१) पान १ ते ४

१९५ सिन्नॅट, एफ. एस; आणि एन. सिम्किन्स्ट, 'दि इनॉर्गेनिक कॉन्स्टिटच्युअंट्स ऑफ कोल वुइथ स्पेशल रेफरन्स टू लँकेशायर सीम्स २, दि आयर्न इन कोल,' रसायन उद्योग संस्थेचे नियतकालिक, लंडन, ४१ (१९२२) पान १६४-१६७

१९६ स्मिथ, सी. एछ; 'ऑन दि जेनेसिस ऑफ दि पायराईट डिपॉझिट्स ऑफ सेंट लॉरेन्स कौंटी, अल्बेनो, एन. वाय,' न्यूयॉर्क राज्य शिक्षण खाते, (१९१२)

१९७ स्नीडन, आर., 'केसिंग फेल्यूअर्स ट्रेस्ड टू बॅक्टीरियल ॲक्शन,' पेट्रोलियम इंज-निअर, २३, (१९५१) पान ७-१२ B

१९८ स्नायडर, आर. एछ; 'इफेक्ट ऑफ कोल स्ट्रिप मायनिंग अपॉन वॉटर सप्ला-ईज,' अमेरिकन जल कार्य संस्थेचे नियतकालिक, ३९, ७, ७५१ (ऑगस्ट १९४७)

१९९ स्नायडर, आर. एछ; 'स्ट्रिम माईन ड्रेनेज इफेक्ट ऑफ वॉटर सप्लाईज,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २०, १, १७८ जानेवारी १९४८)

२०० स्पेन्सर, के. ए; 'पायराईट रिकव्हरी फ्रॉम कोल माईन रेफ्यूज,' अमेरिकन मायनिंग कॉंग्रेस इयर बुक, (१९४०) पान ९७--१०४

२०१ 'स्टँडर्ड मेथड्स ऑफ वॉटर ॲनॅलिसिस,' अमेरिकन सार्वजनिक स्वास्थ्य संस्था' ९ वी आवृत्ती, (१९४६) पान २४६

२०२ स्टार्के, आर. एल., 'कन्सर्निंग दि कार्बन अँड नायट्रोजन न्यूट्रिशन ऑफ थायो-बॅसिलस थायोऑक्सिडन्स, ॲन ऑटोट्रॉफिक बॅक्टोरियम ऑक्सिडायझिंग सल्फर अंडर ॲसिड कंडिशन्स,' जीवाणुशास्त्राचे नियतकालिक, १०, (१९२५) पान १६५-१९५

२०३ स्टार्के, आर. एल; 'कल्टिव्हेशन ऑफ ऑर्गेनिझम्स कन्सर्ड इन दि ऑक्सिडेशन ऑफ थायोसल्फेट,' जीवाणु शास्त्राचे नियतकालिक, २८ (१९३४) पान ३६५-३८६

२०४ स्टार्के, आर. एल; 'प्रॉडक्ट्स ऑफ दि ऑक्सिडेशन ऑफ थायोसल्फेट बाय बॅक्टीरिया इन मिनरल मीडिया,' सामान्य शारीरक्रिया विज्ञान (physiology) नियतका-लिक १८ (१९३४) पान ३२५-३४९

२०५ स्टार्के, आर. एल; 'आयसोलेशन ऑफ सम बॅक्टीरिया व्हिच ऑक्सिडाईज थायोसल्फेट,' सॉईल सायन्स, ३९ (१९३५) पान १९७-२१९

२०६ स्टार्के, आर. एल; 'प्रेसिपिटेशन ऑफ फेरिक हायड्रेट बाय आयर्न बॅक्टीरिया सायन्स १०२ (१९४५) पान ५३२-५३३

२०७ स्टार्के, आर. एल; :ट्रॅन्स्फॉर्मेशन ऑफ आयर्न बाय बॅक्टीरिया इन वॉटर,' अमे-रिकन जलकार्य संस्थेचे नियतकालिक, ३७, १०, ९६३-९७४ (ऑक्टोबर (१९४५)

२०८ स्टार्के, आर. एल., आणि एछ. ओ. हॅल्व्हर्सन, 'स्टडीज ऑफ दि ट्रॅन्स्फॉर्मेशन्स ऑफ आयर्न इन नेचर २, कन्सर्निंग दि इंपॉर्टन्स ऑफ मायक्रोऑर्गेनिझम्स इन दि सोल्यूशन अँड प्रेसिपिटेशन ऑफ आयर्न,' सॉईल सायन्स, २४ (१९२७) पान ३वे१–४०२

२०९ स्टार्के, आर. एल, आणि के एम. वाईट, 'एनिरोबिक करोजन ऑफ आयर्न इन सॉईल वुइथ पर्टिक्युलर कन्सिडरेसन ऑफ दि सॉईल रेडॉक्स पोटेंशियल अॅज अँन इंडिकेटर ऑफ करोझिवनेस,' अमेरिकन वायु संस्थेचे मासिक, २८ (१९४६) पान १०८

२१० स्टार्के, आर. एल; आणि के. एम. वाईट, 'एनिरोबिक करोजन ऑफ आयन इन सॉईल,' अमेरिकन वायुसंस्थेच्या तांत्रिक विभागाचे परिपत्रक, १९४५, १०८ पान; अमेरिकन जल कार्य संस्थेच्या नियतकालिकात संक्षिप्त केले, ३८, १०, १२१० (आक्टोबर १९४६)

२११ स्टीव्हन्सन, डब्ल्यू. एल; 'स्ट्रीम पोल्यूशन ड्यू टू अॅसिड माईन वॉटर्स,' गॅस वर्ल्ड (कोकिंग विभाग) २१ (१९२१)

२१२ स्टीव्हन्सन, डब्ल्यू. एल; 'कोल माईन ड्रेनेज डिस्पोजल,' बिटुमिनस कोळशावरील ३ रे आंतर राष्ट्रीय संमेलन, कार्नेजी इन्स्टिटयूट ऑफ टेक्नॉलजी, २ (१९३१) पान ९१२–९२३

२१३ स्युवर्ट, ए. एछ; 'स्ट्रीम पोल्युशन कंट्रोल इन पेन्सिल्व्हानिया,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, १७, ३, ५८६–५९३ (मे १९४५)

२१४ स्टोक्स, एछ. एन; 'ऑन पायराईट अँड मॅर्कसाईट,' युनायटेड स्टेट्स भूविज्ञान–विषयक सर्वेक्षण, परिपत्रक १८६, (१९०१)

२१५ स्टोक्स, एछ. एन., 'एक्स्पेरिमेंट्स ऑन दि अॅक्शन ऑफ व्हेरियस सोल्यूशन्स ऑन पायराईट अँड मॅर्कसाईट,' इकॉनॉमिक जिऑलॉजी, २ (१९०७) पान १४–२३

२१६ 'स्ट्रीम पोल्यूशन बाय माईन वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ४, ५, ९१५ (सप्टेंबर १९३२)

२१७ 'स्ट्रिप मायनिंग, अॅसिड कंट्रोल,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, १२; १५५३ (डिसेंबर १९५२)

२१८ टेंपल, के. एल., 'ए मॉडिफाईड डिझाईन ऑफ दि लीज सॉईल पर्कोलेशन अॅपरेटस,' सॉईल सायन्स, ७१ (१९५१) पान २०९

२१९ टेंपल, के. एल; 'अॅसिड माईन ड्रेनेज,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ३, ११४ (जानेवारी–फेब्रुवारी १९५६)

२२० टेंपल, के. एल, आणि ए. आर. कॉल्मर, 'दि ऑटोट्रॉफिक ऑक्सिडेशन ऑफ आयर्न बाय ए न्यू बॅक्टीरियमः थायोबॅसीलस फेरो ऑक्सिडन्स,' जीवाणु शास्त्रविषयक नियत-कालिक, ६२ (१९५१) पान ६०५-६११

२२१ टेंपल, के. एल, आणि ए. आर. कॉल्मर, 'दि फॉर्मेशन ऑफ ॲसिड माईन ड्रेनेज' खाणकार्य अभियांत्रिकी, ३ १९५१) पान १०६०-१०९२

२२२ टेंपल, के. एल., आणि ए. आर. कॉल्मर, 'फॉर्मेशन ऑफ ॲसिड माईन ड्रेनेज,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ६, ८१० (जून १९५२)

२२३ टेंपल, के. एल. आणि कोहलर, 'ड्रेनेज फ्रॉम बिटचुमिनस कोल माईन्स,' वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालयाचे परिपत्रक, २५, (१९५४)

२२४ टेंपल, ई. एस., आणि ई. डब्ल्यू. लिऑन, 'ॲसिड माईन ड्रेनेज कंट्रोल ऑन अपर ओहायओ रिव्हर ट्रिब्यूटरीज,' अमेरिकन जलकार्य संस्थेचे नियतकालिक, २७, ९, ११८६ -११९८ (सप्टेंबर १९३५)

२२५ थीसेन, आर., 'ऑकरन्स ॲन्ड ओरिजिन ऑफ फाइन्ली डिस्एमिनेटेड सल्फर कांपौंडस इन कोल,' खाण कार्य आणि धातू कर्म अभियंत्यांच्या अमेरिकन संस्थेचा कारभार, LXIII, (१९२०) पान ९१३-९५१

२२६ थीसेन, जी; 'फॉम्स ऑफ सल्फर इन कोल,' केमिस्ट्री ऑफ कोल युटिलायझेशन न्यूयॉर्कः जॉन वायली ॲंड सन्स इन्कॉ., (१९४५) पान १

२२७ ट्रेसी, एल. डी; माईन वॉटर न्यूट्रलायझेशन ॲट दि कॅल्यूमेंट माईन,' खाणकाम आणि धातुकाम अभियांत्रिकी, १६१ (१९२०) पान २९-३०

२२८ टॅक्स, ई. सी., 'ए क्वार्टर सेंचरी ऑफ प्रोग्रेस इन दि प्यूरिफिकेशन ऑफ ॲसिड वॉटर्स,' वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालयीन अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, तांत्रिक परिपत्रक, ६ (१९३३) पान ५-१९

२२९ टकर, डब्ल्यू. एम, 'पायराईट डिपॉझिट्स इन ओहायओ कोल,' इकॉनॉमिक जिऑलजी, १४ (१९१९) पान १९८

२३० टायनर, ई. एछ., आर. एम. स्मिथ, आणि एस. एल. गाल्पिन, 'रिक्लमेशन ऑफ स्ट्रिप-माइन्ड अेरियाज इन वेस्ट व्हर्जीनिया अमेरिकन सस्यविज्ञान (agronomy) संस्थेचे नियतकालिक, ४० (१९४८) पान ३१३-३२३

२३१ अंब्रीट, डब्ल्यू. डब्ल्यू., एछ. आर. व्होगेल, आणि के. जी. व्हाग्लर, 'दि सिग्नि-फिकन्स ऑफ फॅट इन सल्फर ऑक्सिडेशन बाय थायो बॅसीलस थायोऑक्सिडन्स,' जीवाणुशास्त्र-विषयक नियतकालिक ४३ (१९४२) पान १४१-१४८

२३२ व्हॅन नेस, बी. ज्यू; रिकव्हरी ऑफ रिव्हर कोल,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ७; २३२ (सप्टेंबर–आक्टोबर १९५६)

२३३ विश्निअॅक, डब्ल्यू. 'ऑन दि मेटॅबॉलिझम ऑफ दि केमोलिथो ऑटोट्रॉफिक बॅक्टीरियम थायोबॅसिलस थायोपॅरस बीजेरिक,' PLD निबंध, स्टॅन्फोर्ड विश्वविद्यालय (१९४९)

२३४ विश्निअॅक, डब्ल्यू., 'दि मेटॅबॉलिझम ऑफ थायोबॅसिलस थायोपॅरस; दि ऑक्सि-डेशन ऑफ थायोसल्फेट,' जीवाणुशास्त्रविषयक नियतकालिक, ६४ (१९५२) पान ३६३–३७३'

२३५ व्हांग्लर, के. जी., जी. ए. लपेज, आणि डब्ल्यू. डब्ल्यू. उंब्रेट, 'स्टडीज ऑन दि मेटॅबॉलिझम ऑफ ऑटोट्रॉफिक बॅक्टीरिया, दि रेस्पिरेशन ऑफ थिओबॅसिलस थिओऑक्सिडन्स ऑन सल्फर,' सामान्य शारीरक्रियाविज्ञानविषयक नियतकालिक, २६ (१९४२) पान ८९–१०२

२३६ व्हॉग्लर, के. जी., आणि डब्ल्यू. डब्ल्यू. उंब्रेट, 'दि नेसिसिटी फॉर डायरेक्ट कॉंटॅक्ट इन सल्फर ऑक्सिडेशन बाय थायोबॅसिलस थायोऑक्सिडन्स,' सॉईल सायास, ५१ (१९४१) पान ३३१–३३९

२३७ बॅक्स्मन, एस. ए., 'मायक्रो ऑर्गॅनिझम्स कन्सन्ड इन दि ऑक्सिडेशन ऑफ सल्फर इन दि सॉईल; मीडिया यूज्ड फॉर दि आयसोलेशन ऑफ सल्फर बॅक्टीरिया फ्रॉम दो सॉईल,' सॉईल सायन्स, १३ (१९२२) पान ३२९–३३६

२३८ बॅक्समन, एस. ए., 'मायक्रो ऑर्गॅनिझम्स कन्सन्ड इन दि ऑक्सिडेशन ऑफ सल्फर इन दि सॉईल; ए सॉलिड मीडियम फॉर दि आयसोलेशन अॅंड कल्टिव्हेशन ऑफ थायोबॅसिलस थायोऑक्सिडन्स,' जीवाणुशास्त्रविषयक नियतकालिक, ७ (१९२२) पान ६०५–६०८

२३९ बॅक्समन, एस. ए; आणि जे. एस. जॉफ, 'मायक्रो ऑर्गॅनिझम्स कन्सन्ड इन दि ऑक्सिडेशन ऑफ सल्फर इन दि सॉईल; थायोबॅसिलस थायो ऑक्सिडन्स ए न्यू सल्फर ऑक्सि-डायझिंग ऑर्गॅनिझम आयसोलेटेड फ्रॉम दि सॉईल,' जीवाणुशास्त्र विषयक नियतकालिक, ७ (१९२२) पान २३९–२५६

२४० बॅक्समन, एस. ए; आणि आर. एल. स्टार्की, 'कार्बन अॅसीमिलेशन अॅंड रेस्पिरे-शन ऑफ ऑटोट्रॉफिक बॅक्टीरिया,' प्रायोगिक जीवशास्त्रविषयक औषधी संस्थेची कार्यवाही २० (१९२२) पान ९–१४

२४१ बॅक्समन, एस. ए; आणि आर. एल. स्टार्की, 'ऑन दि ग्रोथ अॅंड रेस्पिरेशन ऑफ सल्फर ऑक्सिडायझिंग बॅक्टीरिया,' सामान्य शारीरक्रियाविज्ञानविषयक नियतकालिक, ५ (१९२३) पान २८५–३१०

२४२ बेग्मन, डी. एछ; 'युटिलायझेशन ऑफ कोल वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ८, २, ३५१ (मार्च १९३६)

२४३ 'वेस्ट व्हर्जीनिया कोल सीम्स अँड देअर ड्रेनेज,' वेस्ट व्हर्जीनिया विश्वविद्यालयीन अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, संशोधन परिपत्रक, १४, (१९३६)

२४४ व्हाईट, एल सी; 'जिऑग्रॅफिक डिस्ट्रीब्यूशन ऑफ सल्फर इन वेस्ट व्हर्जीनिया कोल बेड्स,' अमेरिकन खाण आणि धातुकाम अभियंत्यांच्या संस्थेचा कारभार, LXIII (१९१९)

२४५ व्हाईट, आर. ओ; आणि जे. डब्ल्यू. बी. सिसॅम, दि एस्टाब्लिशमेंट ऑफ व्हेजिटेशन ऑन इंडस्ट्रियल वेस्ट लँड,' ॲबरिस्टवुइथ, ऑक्सफर्ड (इंग्लंड) कॉमनवेल्थ ॲग्रिकल्चरल ब्यूरो, जोड प्रकाशन, १४, (१९४९)

२४६ विल्सन, ए. डब्ल्यू. जी; 'पायराईट इन कॅनडा, इट्स ऑकरन्स, एक्स्प्लॉयटिंग ड्रेसिंग, अँड यूजेस,' आटावा शासकीय मुद्रणालय, (१९१२) पान २०२

२४७ विंचेल, ए. एन., 'दि ऑक्सिडेशन ऑफ पायराईट,' इकॉनॉमिक जिऑलजी, २ (१९०७) पान २९०-२९४

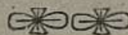
२४८ विनोग्रॅडस्की, एस; Beitrag zur Morphologie und Physiologie der Bakterien, Heft I, Zur Morphologie und Physiologie der Schwelbeakterien, लायप्झिग: ए, फेलिक्स, १८८८

२४९ विनोग्रॅडस्की, एस; "Eisenbakterien Als Anorgoxydanten," Zentr Bakteriol, Parasitenk, ५७ (१९२२) पान १–२१

२५० थॅन्से, एछ. एफ., 'सम केमिकल डेटा ऑन कोल पायराईट,' केमिकल अँड मेटॅलर्जिकल इंजनिअरिंग, २२, (१९२०) पान १०५–१०९

२५१ थॅन्से, एछ. एफ; आणि टी फ्रेझर, 'दि डिस्ट्रिब्यूशन ऑफ दि फॉर्म्स ऑफ सल्फर इन दी कोल बेड,' इलिनॉईस विश्वविद्यालयीन अभियांत्रिकी प्रयोग केंद्र, परिपत्रक १२५ (१९२१) पान ११

२५२ यंग, सी. एम; 'पोल्यूशन ऑफ रिव्हर वॉटर इन पिट्स्बर्ग डिस्ट्रिक्ट,' अमेरिकन जलकार्य संस्थेचे नियतकालिक, ८ (१९२१) पान २०१–२१७



: २६ :

किरणोत्सर्गी अपशिष्टे

नाभिकीय ऊर्जा आणि किरणोत्सारी द्रव्यांचे उद्योग –

किरणोत्सारी अपशिष्ट द्रव्य हे विभंजन (fission) होत असताना उद्‌भवणारे व नको असणारे उपपदार्थ असतात. अणुगर्भांच्या (nuclei) जड मूलद्रव्यावर २३० पेक्षा अधिक वस्तुमानांक (mass number) न्यूट्रॉन्सचा मारा करून विभंजन प्रेरित करण्यात येते. परिणामीं, विभंजन पदार्थाचा, म्हणजेच अंदाजी ३० मूलद्रव्यांच्या समस्थानिकांचा (isotopes) वस्तुमानांक ७२ आणि १६२ च्या सीमांत असतो, आणि बहुतांशी ते घन असतात, आणि विद्युत चुंबकीय विकिरणासह (radiation) (गँमा किरण) बीटाकण उत्सर्जित (emit) करतात. विकिरणामुळे नंतर समस्थानिकांच्या स्वत्वात (identity) आणखी बदल घडून येतात. हा तथाकथित 'क्षय' (decay) एकरेणवीय (monomolecular) सिद्धांताच्या नियमाप्रमाणे चालू राहतो आणि अर्ध्या आयुष्याच्या (half life) स्वरूपात (किरणोत्सारी अणूंच्या पैकी निम्म्यांच्या विघटनास लागणारा काल) त्याचे मापन केले जाते, आणि तो काल सेकंदापासून सहस्त्राब्दि वर्षांपर्यंत बदलत असतो.

अल्फा आणि बीटा उत्सर्जनांच्या सारखे गामा किरण जवळजवळ आयनित (ionize) होत नाहीत म्हणून ते अत्यंत वेधनशील (penetrating) असतात. ही विकिरणे ज्या द्रव्या–

तून जातात त्यांच्या अणूत बदल करू शकत असल्यामुळें आणि त्यांचा निसर्गावर संचयी परि-णाम होत असल्यामुळे ती जीवंत उतकांची (tissues) भरून न निघण्याइतकी हानि करतात

नाभिकी विक्रियकांच्या (reactors) स्तंभिका (piles) परिचालनातील, युद्धकार्या-साठी प्ल्युटोनियमच्या उत्पादनातील अथवा नाभिकीय ऊर्जेचे विजेमध्ये परिवर्तन करण्यातील विभजन ही मूलभूत प्रक्रिया असते. विद्युत केंद्रातील विक्रियकांतल्या प्रमाणे अथवा अणुबंबाचे विस्फोटनात घडून येत असल्याप्रमाणे विभंजन नियंत्रित केलेले असो वा नसो, किरणोत्सारी अपशिष्ट द्रव्य निर्माण झाल्याशिवाय रहात नाही. विभंजीत पदार्थांचे रासायनिक विलगन आणि नाभिकीय इंधन घटकांत होणारे त्यांचे परिवर्तन ही किरणोत्सारी अपशिष्टांची, क्रियाशीलतेचीं पातळी आणि घडण्याची वारंवारता यांच्या संदर्भात अत्यंन महत्वाची उत्पत्ति स्थाने आहेत. मानवाला विकिरण कोणच्याही प्रकारे धोकादायक होऊ नये म्हणून, ह्या अपशिष्टाच्या निस्त-रणात खालील दोन सामान्य तत्वापैंकी एकाचे अनुसरण केले पाहिजे: (१) (उच्च प्रमाणात क्रियाशील असलेल्या अपशिष्टांच्या बाडतीत) संकेंद्रण आणि अंतर्भाव (contnmining) अथवा (२) (किरणोत्सार पातळी तुलनेते कमी दाखविणाऱ्या अपशिष्टांच्या मोठाल्या राशीत उप-युक्त असणारे) तनुकरण आणि विसरण (dilution and dispersion).

किरणोत्सारी द्रव्ये हाताळणाऱ्या उद्योगांना सोडवाव्या लागणाऱ्या वैशिष्टपूर्ण समस्यांचे वाचकांना आकलन होण्यास मदत व्हावी म्हणून काही क्षण विषयांतर करून विकिरणावरील काही मूलभूत संख्यात्मक माहिती सादर करण्यात येत आहे,

किरणोत्सारतेच्या अभ्यासासाशी वारंवार संबंध येणारे एकक (unit) क्यूरी* हे असते. किरणोत्सारी द्रव्याची जी राशी द. से. स ३.७०×१०^{१०} विघटने (disintegrations) देते तिची क्यूरी अशी व्याख्या करण्यात आली आहे. अणुशक्ति आयोगाकडुन संमिश्र विकिरण समस्थानका (radio isotopes) करता किरणोत्सारी द्रव्याचे पाण्यातील कमाल अनुज्ञेय संकें-द्रण (MPS) १०$^{-७}$ मायक्रोक्यूरी/मिलिलिटर अथवा दर लिटरला एक दश अब्जांश क्यूरी असावे, असे ठरविण्यात आले आहे. १९८० सालापयंत दर वर्षी विभजन पदार्थाचे उत्पादन अदमासे १०० अब्ज क्यूरीपर्यंत होण्याचो अपेक्षा असल्याने किरणोत्सारी अपशिष्टांच्या उपचा-रणाच्या समस्येच्या महत्तेची वाचकास सहज कल्पना येईल.

---

* १९४८ पर्यंत एक ग्रॅम रेडियमच्या संतुलनात असलेल्या रेडियमची निर्गम (emanation) राशि अशी क्यूरीची अधिकृत व्याख्या करण्यात आली होती.

किरणोत्सारी द्रव्याचा उपयोग करणाऱ्या उद्योगाने आपल्या जैवी पर्यावरणाच्या (biological environment) संरक्षणाची जबाबदारी स्वीकारली पाहिजे. अपशिष्ट मग ते घन वा द्रव असो अथवा वायवीय असो, शेवटी त्याचा मानवाशी संपर्क होणार असल्याने, त्याच्या जैवी यंत्रणेस धोका राहणार नाही असे, ते बनविले पाहिजे. दुर्दैवाने हे सहज साध्य नसते. रासायनिक, भौतिक, अथवा जैवी प्रक्रिया करून औद्योगिक अपशिष्टांचे स्थिरीकरण करता येते पण तशा कोणत्याही उपचारण पद्धतींना हे अपशिष्ट पुरेसा प्रतिसाद देत नाही. केवळ पुरेसा काळ गेल्यानंतरच ही किरणोत्सारी अपशिष्टे निष्क्रिय बनू शकतात, आणि कांहींच्या बाबतीत अशी अपशिष्टे पर्यावरणात निर्धास्तपणे सोडण्यापुर्वी शेकडो वर्षांचा काल जावा लागतो म्हणून सध्या निस्तरण समस्या सोडविण्याचा एकमेव मार्ग त्यांचे साठवण करणे हाच दिसून येतो. परंतु साठवण, विशेषतः द्रवरूपात करीत राहणे हा निस्तरणाचा एकच मार्ग असेल तर अपशिष्ट द्रावणाची संचयित राशि १९८० सालापर्यंत २०० दशलक्ष गॅलन होईल आणि २००० साली ती २००० द ल. गॅलन होईल. जरी संशोधन करून साठवणाच्या अनेक सुधारित यंत्रणा विकास करण्यात आल्या असल्या तरी १९५९ सालापर्यंत कोणचीही व्यवस्था काटकसरीची आलि व्यवहार्य असल्याचे सिद्ध झालेले नाही.

पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे किरणोत्सारी अपशिष्टे द्रवरूप, वायुरूप, अथवा सघन असू शकतात; शिवाय ते उच्च अथवा मंद पातळीत क्रियाशीलता प्रदर्शित करतात. पुढील विभागात तीन प्रकारच्या अपशिष्टांचा उद्भव आणि त्यांच्या निस्तारणासंबंधी, तसेच किरणोत्सारी द्रव्याच्या उपस्थित राशीवर अवलंबून राहून सूचित झालेल्या उपचारणांच्या वेगवेगळ्या पद्ध–तींच्या संबंधी चर्चा करण्यात येणार आहे.

२६–१. अपशिष्टांचा उद्भव –

किरणोत्सारी अपशिष्टांची अत्यंत वरचेवर उद्भव होणारी स्थाने खाली दिलीं आहेत. **युरेनियमच्या कच्च्या धातूवरील प्रक्रियाकरणातून** (नैऋत्य युनायटेड स्टेट्सच्या खाणकाम संयंत्रातील) मुख्यतः रेडियमच्या अल्फा उत्सर्जकांच्या (emitters) बऱ्याच राशी निर्माण होतात. ह्या अपशिष्टांच्या साठवणाने सामान्यपणे तरंगती द्रव्ये निघून जातात.

जसजसें धावन चक्र–मालेतून प्रगत होत जाते तसतसे किरणोत्सारीं द्रव्यांचे अंश कमी होत जाणाऱ्या सांद्रणाच्या पाण्याच्या मोठ्या राशी, **संदूषित कपडे धुण्यातून** सामान्यपणें निर्माण होतात. प्रारंभिक धावन जलावर सर्वसाधारणपणे उपचार करावे लागतात.

संशोधन प्रयोगशाळेतील अपशिष्टांत – रासायनिक, धातुकर्मक, आणि जैवी परिचाल–नांत प्रचलित असलेली सर्व द्रव्ये असतात. अपशिष्टांपैकी काही, किरणोत्सारी रसायनांच्या स्थिर समस्थानकांच्या स्वरूपात असतात. निस्तरणांच्या एका स्वीकारणीय पद्धतीत विशिष्ट समस्थानक, त्याच मूलद्रव्याच्या स्थिर समस्थानकाच्या राशीत, विशिष्ट प्रमाणात मिसळण्यात येते. त्यामुळे संदूषणाचा धोका कमी होतो कारण एकाद्या मूलद्रव्याचे ज्या प्रमाणात विभिन्न समस्थानक उपस्थित असतात त्या प्रमाणात कोणचाही संचेत जीव त्यांचा स्वीकार करतो.

निदान (diagnostic) आणि चिकित्सीय (therapautic) वापरातून **इस्पितळातील** किरणोत्सारी अपशिष्टे संप्राप्त होतात. त्यात आयोडिन–^{131} व फॉस्फरस–^{32} ह्या रेडियो समस्थानकांचे प्राधान्य असते. सुदैवाने त्यांचे अर्ध–आयू अल्प असते आणि साध्या अवरोधन टाक्यांत त्यांना निष्क्रिय करता येते,

इंधन–मूल द्रव्यांच्या प्रक्रियेतून उच्च पातळीवरील अपशिष्टे निर्माण होतात; तथापि, दुय्यम परिचालनातील अपशिष्ट पदार्थांत खालच्या पातळीवरील किरणोत्सारता दिसून येणे संभाव्य असते, आणि हे दोन्ही प्रकार वेगवेगळे करणे अधिमान्य असते. इंधनाच्या पुनःप्रक्रिये–तूनही उच्च पातळीवरील अपशिष्टे निर्माण होतात आणि ही प्रक्रिया फक्त AEC च्या संस्था–पनांतच (installations) सामान्यत: करण्यात येते. म्हणून अशा अपशिष्ट – निस्तरणांच्या समस्येशी उद्योगांचा संबंध येत नाही. तथापि शासनांचे अथवा AEC चे धोरण भविष्यकालात बदलू शकेल आणि खाजगी उद्योगात आपल्या इंधनावर पुन्हा: प्रक्रिया करण्यास अनुमती मिळू शकेल.

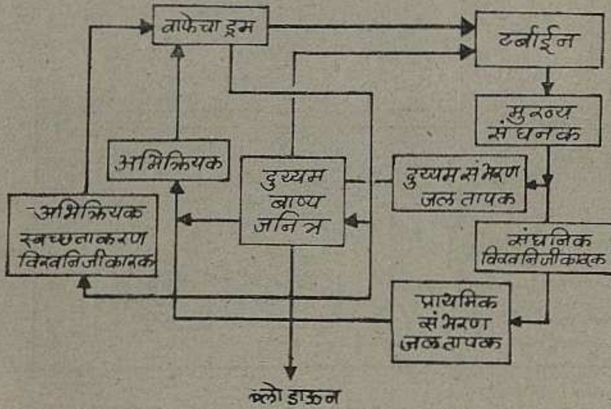
विद्युत् संयंत्रातील शीतन जलात काही प्रमाणात किरणोत्सारता प्राप्त होणे शक्य असते संक्षरणामुळे, नळ गळू लागल्यामुळे, अथवा शीतन–जलातील उपस्थित लवणातील न्यूट्रॉनच्या माऱ्यामुळे हे संदूषण झालेले असेल. ऱ्हास होण्यास काही अवधी मिळावा म्हणून पाणी साठ–विण्यात येते, नंतर ते नियंत्रित वेगाने नदीत सोडण्यापूर्वी संनियंत्रित (monitored) कर–ण्यात येते.

यानंतर नाभिकीय शक्ति–संयंत्रातील नाभिकीय इंधन प्रक्रिया करणात आढळून आलेल्या आणि उपचारणाची आवश्यकता असलेल्या अपशिष्टांचे काहीसे तपशीलवार वर्णन करण्यात येईल.

२६–२. शक्ति संयंत्रातील अपशिष्टे –

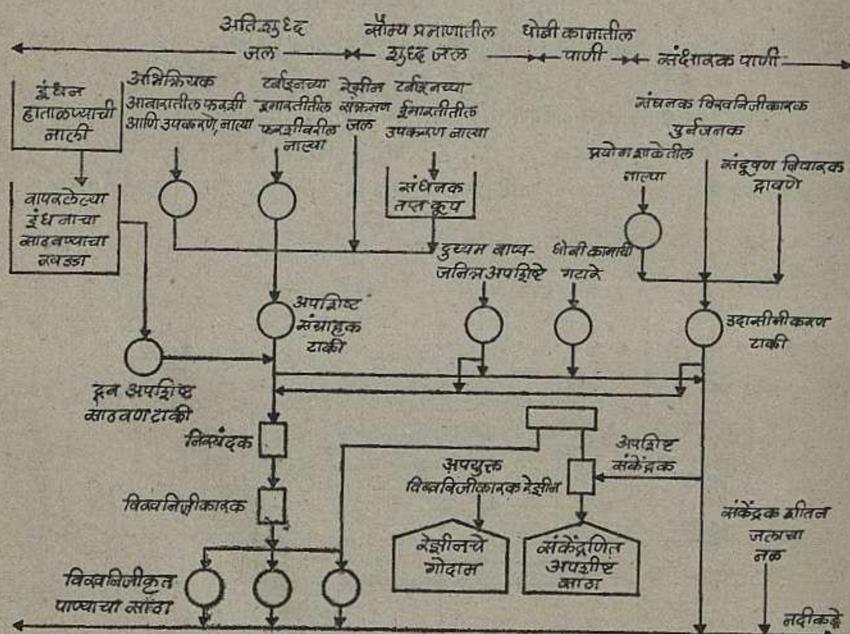
दर चौ. इंचास १००० गॅलन आणि ५०० गॅलन अशा दोन्हीहीं वेगाने वाफ तयार कर–णाऱ्या उकळत्या–पाण्याच्या विक्रियाकारकाचे फॉकने (६३) (आ. २६–१ व २६–२) वर्णन

केले आहें. विक्रियाकारकाच्या परिचालनात आढळणारीं किरणोत्सारी अपशिष्टे बऱ्याच अंशी गळती, ब्लोडाऊन, देखभाल, इंधन पुनः घालणे आणि अन्य यंत्रणामुळे निर्माण होतात. फॉकचे असे म्हणणे आहे की, यंत्रणेत तयार झालेले संक्षारित पदार्थ, (उष्णतेचे साधन म्हणून अभिसारित विक्रियाकारक जल (circulating reactor water) वापरण्यात येते), ही विक्रियाकारक पाण्यातील किरणोत्सारी समस्थानकांची प्राथमिक उद्भवस्थाने असतात. विक्रियाकारकाच्या पात्राच्या बाहेर तयार झालेले, विशेषतः अभिसारण आणि संभरण जलव्यवस्थांत असलेले पदार्थ पात्रात जाण्याची शक्यता असते आणि तेथे भांड्याच्या आत तयार झालेल्या संक्षारित पदार्थांच्या बरोबर तेही किरणोत्सारी बनतात. म्हणून शीतनकार्यांकरता वापरलेले पाणी, तसेच वाफेचे साधन म्हणून वापरलेले पाणी, अत्यंत शुद्ध ठेवणे अनिवार्य असते. पाण्यात असलेल्या कोणच्याहीं लवणांनी व अन्य अशुद्ध द्रव्यानी न्यूट्रॉन्स पाशबद्ध होणे आणि त्यामुळे पाणी किरणोत्सारी होणे संभवनीय असते. विक्रियाकारकातील पाण्यातील रेडिया समस्थानकाचे आणखी एक संभाव्य उत्पत्तिस्थान, इंधन–मूल द्रव्याच्या आत तयार झालेले. विभंजन पदार्थ (fission products) हे असते. कांही मूल द्रव्यावरील आवरणात (cladding) छिद्रे पडणे शक्य असले तरी सुदैवाने ते संभवनीय असत नाही. परंतु (तसे झाल्यास) त्याचा परिणाम विक्रियाकारकाच्या पाण्यातील किरणोत्सारी समस्थानकांची राशि, १) संक्षारण वेग २) इंधन-मूलद्रव्यावरील आवरण खराब होण्याची वारंवारता, आणि ३) संघनकाची आणि विक्रियकारकाचीं स्वच्छता करणाऱ्या विखनिजीकारकाच्या निष्कासनाचा वेग, यावर अवलंबून असते



आकृति २६–१. शक्तिसंयंत्र–चक्राचा आयोजनात्मक प्रवाह–आलेख

पाण्यातील किरणोत्सारी समस्थानकांच्या शक्य असलेल्या उपस्थितीमुळे अपशिष्टांच्या उपचारणात सावधगिरी घ्यावी लागते. व्हर्जीनियातील फोर्ट बेलव्हॉयर येथे अलिकडे बसविलेल्या एका दाबाश्रित (pressurised) पँकबंद जल-शक्ति विक्रियाकारकाचे मेदीनने (१४१) वर्णन केले आहे. प्राथमिक व्यवस्थेत अशुद्ध द्रव्ये अथवा संक्षरण पदार्थांच्यामुळे निर्माण झालेल्या अति किरणोत्सारांचा संचय (build up) कमीतकमी राहण्यासाठी पाण्याची शुद्धता उच्च दर्जावर ठेवण्याची अतिशय काळजी घेण्यात येते. प्राथमिक जल वाया जाऊ दिले जात नाही, उलट त्यापैकी कांही भाग वेगळा करून व त्याचे शुद्धीकरण करण्यात येते. विखनिजीकारक (मिश्र आयनविनिमयक), सूक्ष्म धात्विक निस्यंदकं, आणि धारक टाकीं, यांच्या सहाय्याने आ. २६-३ शुद्धीकरण साध्य केले जाते. प्रतिबल-संक्षरणाच्या (slress corroslon) धोक्यामुळे, बॉयलर मधील पाण्यात ऑक्सिजन अगर क्लोराईड्सचे इंद्रियग्राह्य (perceptible) संकेंद्रण कोण

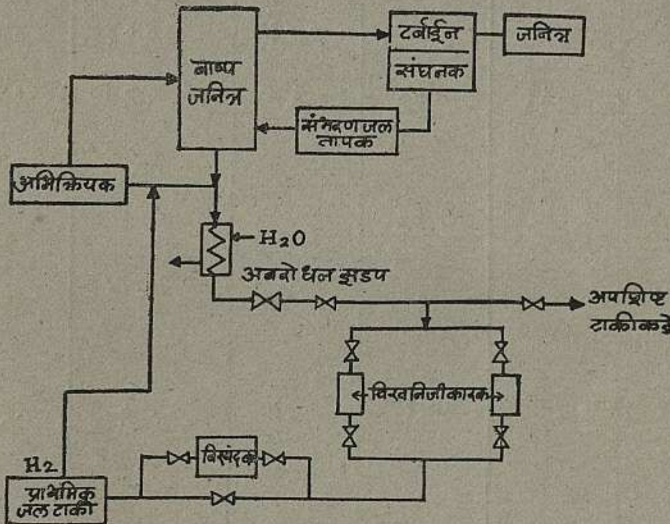


आकृति २६-२ किरणोत्सारी अपशिष्टाच्या निस्तारणाच्या व्यवस्थेचा आयोजनात्मक प्रवाह आलेख

च्याही प्रकारे होऊ न देणे आवश्यक असते. क्लोराईड व ऑक्सिजनचे अंश कमी करण्या करता अनुपचारित पाण्याचे निर्वातन आणि बाष्पीभवन करण्यात येते, अनुक्रमे ०.३ व ०.००३ ppm पेक्षा ते अंश जास्त असू नयेत.

२६-३: इंधन प्रक्रियेतील अपशिष्टे -

विभंजन पदार्थ आणि इंधनातील निष्क्रिय घटकांच्या मिश्रणातून ज्वलन न झालेले नाभिकीय इंधन परत मिळविण्यासाठी आणि Pu^{239} अथवा U^{233} हे मूल द्रव्यांतरण पदार्थ (transmutation products) परत मिळविण्याकरता उदीप्त विक्रियाकारक इंधनावर (Irradiated reactor fuels) रासायनिक प्रक्रिया करण्यात येते (१७). सध्या वापरण्यात येणाऱ्या अनेक प्रक्रियांचे ब्लोमेक आणि इतरांनी (१७) वर्णन केले आहे. आणि त्यांची यादी को. २६-१ मध्ये दिली आहे. आ. २६-४ मध्ये निर्दशित केलेल्या प्रकारचे विलायक निष्कर्षण (solvent extraetion) त्या सर्वात गर्भित असते.



आकृति २६-३ प्राथमिक व्यवस्थेत पाण्याची अत्युच्च शुद्धता राखण्यासाठी लागणारे मिश्र संस्तरीय विखनिजीकरणाचा उपयोग केलेले उप-मार्ग (By-pass) शुद्धिकरण दर्शविणारा आयोजन-आलेख (१४१)

कोष्टक २६–२

उच्च प्रमाणात क्रियाशील असलेल्या निद्यमान अपशिष्टांचे गुणधर्म (ब्लोमेक प्रमाणे (१७))

गुणधर्म *	प्यूरेक्स	रेडॉक्स	हेक्झोन २५	TPB २५	थोरेक्स
H, M	०.९३	−०.३	−०.२	१.३३	·०.०५
Al, M		१.०८	१.६	१.६३	०.६२
Na, M		०.२३			
NH_4, M			१.४		
Hg, M			०.०१	०.०१	०.०१
NO_3, M	०.९३	३.०५	६.०	६.२	१.८
F, M					०.०३९
Cr_2O_7, M		०.०६			
NH_2So_3, M				०.०४	
Fe, Ni, Cu ग्रॅम / लिटर	<१	<१	<१	<१	<१
SiO_2			<१	<१	
PO_4, So_4					<१

कोष्टक २६-२ चालू

अनुपचारित राशि	९९० गॅ/ टन U	१००० गॅ/ टन U	७०० लिटर/ कि. ग्रॅ. U	६७० लिटर/ कि. ग्रॅ. U	१३६० गॅलन/ टन Th
विशिष्ट गुरुत्व	१.०३	१.१६	१.२५	१.२४	१.१०
क्वथन(boiling) बिंदु, °C	१०१	१०८	१०५	१०५	१०१
गोठण बिंदु, °C	−३	−१८	−२४	−२४	−१५
विशिष्ट उष्णता	०.९७	०.७८	०.७	०.७	०.८५
बाष्पनानंतरची राशि	६० गॅ/ टन U	४९० गॅ./ टन U	५१० लिटर/ कि. ग्रॅ. U	५०० लिटर/ कि. ग्रॅ.U	३८० गॅ / टन Th
उदासीनीकरणा-नंतरची राशि	८० गॅ/ टन U	८३० गॅ/ टन U	८६० लिटर/ कि. ग्रॅ. U	८४० लिटर/ कि. ग्रॅ. U	६४० गॅ./ टन Th

* बिभंजन पदार्थ आणि जड मूलद्रव्ये रासायनिक बनावटीत धरलेली नाहीत.

(कोष्टक २६—१ पान ८१४ वर पहा)

सामान्यपणे बोलावयाचे झाल्यास सर्व इंधन-प्रक्रिया पद्धती सारख्याच तत्वांवर आधारलेल्या असतात. तीन ते चार महिने साठविलेली घन इंधने HNO_3 मध्ये विरघळण्यात येतात. (आ. २६-४) तेथे विशेष प्रकारच्या विलायकाची निवड करून त्याच्या सहाय्याने युरेनियम आणि प्ल्युटोनियम निष्कर्षित करण्यात येतात. विभंजन-पदार्थाचे अंश काढून टाकण्यासाटीं निष्कर्षित युरेनियम आणि प्ल्युटोनियम, निष्कर्षण स्तंभाच्या माथ्यावर सोडलेल्या एका जलीय लवण द्रावणाने घासण्यात येतात. अपशिष्ट द्रावणात ९९.९ टक्क्यापेक्षा जास्त एकूण

कोष्टक २६-१

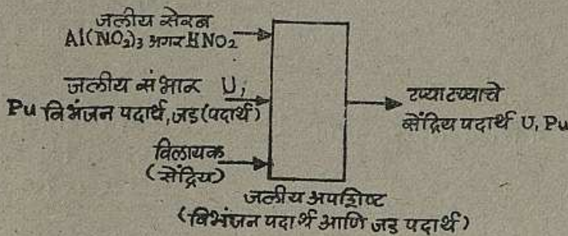
विलायक निष्कर्षण प्रक्रियांचे गुणधर्म (ब्लॉमेक प्रमाणे (१७))

प्रक्रिया	प्रयुक्ति	विलायक	लवणकारक	उच्च क्रियाशील अनुपचारित अपशिष्टाची अंदाजी राशी†
प्युरेक्स	Pu नैसर्गिक	हायड्रोकार्बनमध्ये TBP	HNO_3	९९० ग्रॅ /मेट्रिक टन U
रेडॉक्स	संवर्धित (enriched) युरेनियम	हेक्झोन	$Al(NO_3)_3$	१००० ग्रॅ./मेट्रिक टन U
हेक्झोन-२५	U-Al मिश्रधातू हायड्रोकार्बनमध्ये TBP	हायड्रोकार्बनमध्ये TBP	$Al(NO_3)_3$	७०० लिटर/कि. ग्रॅ. संवर्धित U
TBP-२५	$Th-U^{२३३}$ हायड्रोकार्बनमध्ये TBP	हायड्रोकार्बनमध्ये TBP	$HNO_3 + Al(NO_3)_3$	६७० लिटर/कि. ग्रॅ. संवर्धित U
थोरेक्स			$Al(NO_3)_3$	१३६० ग्रॅ./मेट्रिके टन Th

† निष्कर्षण स्तंभातून अपशिष्टे येत असतानाच्या राशी संबोधित केल्या आहेत.

पदार्थ आणि संभरणातील आणि घामण्यातील निष्क्रिय पदार्थ असतात व ती द्रावणे स्तंभाच्या तळातून बाहेर पडतात. इंधन प्रक्रियाकरणातील अपशिष्टात आढळून आलेल्या निष्क्रिय किरणोत्सारी मूलद्रव्यांचे प्रत्यक्ष संकेंद्रण, विशिष्ट रासायनिक संयंत्राच्या परिचालन गुणधर्मावर आणि वापरण्यात आलेल्या निष्कर्षण प्रक्रियेवर अवलंबून असते. पांच सामान्य निष्कर्षण प्रक्रियांवरून उत्पादित झालेल्या उच्च प्रमाणातील क्रियाशील अपशिष्डांचे गुणधर्म ब्लोमेंक व इतरांनी (१७) (कोष्टक २६-२) दिले आहेत. निष्क्रिय रसायनांच्या संकेंद्रणाशिवाय सर्व अपशिष्टात विभंजन-पदार्थ आणि युरेनियम, प्ल्युटोनियम, आणि इतर जड मूल द्रव्यांच्या कमी प्रमाणातील राशीही असतात. ह्या जड मूल द्रव्यांचे अस्तित्व मुख्यतः प्रक्रिया-हानीशी संबंधित असते व ती हानी अंदाजे एक टक्का असते. प्यूरेक्स प्रक्रियेतून (९७) प्राप्त झालेल्या अपशिष्टांत मुख्यतः नायट्रिक अम्लातील विभंजन पदार्थांची द्रावणे असतात आणि त्यांचे भौतिक गुणधर्म अनिवार्यतः सुमारे १ M HNO_3 च्या सारखेच असतात. गंजरहित पोलादी उपकरणांच्या संक्षरणातील लोह निकेल व क्रोमियमच्या घटकांचे अल्प अंशसुद्धा त्यात असतात. या अपशिष्टांचे बाष्पन करून सहजपणे संकेंद्रण करता येते. जसजसे अपशिष्टांचे संकेंद्रण होत जाते तसतसे रूथेनियम ह्या अपशिष्ट पदार्थाचे ऑक्सिकरण होण्यास सुरवात होते. इतर सर्व निष्कर्षण प्रक्रियातील अपशिष्टांत निरनिराळ्या प्रमाणात अल्युमिनम असते. रेडॉक्स अपशिष्टांत (१२०) काहींसे सोडियम आणि डायक्रोमेट असते. हेक्झोन-२५ आणि TBP—२५ या अपशिष्टात (२०६) पारा असतो, आणि थोरेक्स या अपशिष्टात (२४) पारा आणि फ्ल्यूराईड अशी दोन्हीही असतात. ह्या अपशिष्टाच्या घटकांतील अंशात प्यूरेक्स अपशिष्टांतल्या प्रमाणे संक्षरणांमुळे निर्माण झालेले पदार्थ, तसेच अल्प प्रमाणात SiO_2 आणि इंधनात मूलतः अस्तित्वात असलेली अन्य अशुद्ध द्रव्येही असतात.

तीन उच्च क्रियाशीलतेच्या शक्ति-विक्रियकातील इंधन प्रक्रिया अपशिष्टांच्या गुणधर्माचेसुद्धा ब्लोमेंकने (१७) (को. २६-३ व २६-४) कोष्टकीकरण केले आहे. ही अपशिष्टे



आकृति २६-४ विलायक-निष्कर्षण बिलगन स्तंभ (१७)

किरणोत्सारी असतात. शिवाय ती संक्षारकही असतात आणि त्यात विशेष रासायनिक गुण असतात. विलीन लवणांचे अवक्षेपण केल्याखेरीज त्यातील कोणच्याही अपशिष्टाचे उदासीनीकरण करता येत नाही. किरणीयन (irradiation) च्या प्रत्येक मेगॅवॅट–दिनामध्ये सुमारे १.१ ग्रॅम विभंजन पदार्थ (एकूण स्थिर व किरणोत्सारी) तयार होतात. परिणामतः बहुतेक अनुपचारित अपशिष्टांत, जस्ताच्या अनुभवाइतका भार असलेल्या जवळजवळ ३७ मूलद्रव्यांच्या समस्थानकाच्या बनलेल्या विभंजन पदार्थातील एकूण अंतर्वस्तू दर लिटरला १ ग्रॅम असते. उत्पन्न झालेल्या उष्णतेच्या मोठ्या राशीवरून विभंजन पदार्थांच्या मिश्रणांची लक्षणे दिसून येतात.

क्युलरनेही (४२) उच्च पातळीवरील इंधन–प्रक्रियाकारक अपशिष्टांची भौतिक, रासायनिक, आणि रेडिओ रासायनिक गुणांची यादी (को. २६–५) दिली आहे, आणि सिल्व्हरमनने (१५) कच्च्या धातूंच्या प्रक्रियाकरणातून निर्माण होणाऱ्या निष्क्रिय आणि किरणोत्सारी वायु–वाहित द्रव्यांची (aerosols) कांहीं मूल्ये (को. २६–६) कोष्टकित केली आहेत.

कोष्टक २६–४

शक्ति विक्रियकातील इंधन–पुनःप्रापणांच्या प्रक्रिया (ब्लोमेक प्रमाणे (१७))

प्रक्रिया	इंधन	प्रक्रियेचे वर्णन
जलीय HF–TBP –२५	उच्च Zr, संवर्धित U	HF विलयन, Al बरोबर Zr व F गुंतून राहतात, Cr_2O_7 बरोबर Pu चे ऑक्सिकरण, TBP बरोबर निष्कर्षण
सल्फ्युरिक अम्ल–TBP –२५	गंजरहित पोलाद, संवर्धित U	गंजरहित पोलादाचे H_2SO_4 विलयन, U चे HNO_3 विलयन TBP बरोबर निष्कर्षण
डॅरेक्स–प्यूरेक्स	गंजरहित पोलाव, नैसर्गिक U	पातळ अम्लराडा (aqua ragia) विलयन, HCl चे आसवन, TBP बरोबर निष्कर्षण

(कोष्टक २६–३ पान ८१८ वर पहा)

कोष्टक २६-५

उच्च पातळीच्या इंधन-प्रक्रिया उपशिष्टांचे भौतिक, रासायनिक आणि रेडिओरासायनिक गुणधर्म (४२)

	नैसर्गिक U-Pu		सवर्धित U-२३५
	खारवलेले	HNO_3- खारावलेले	तनुकारक (diluent) खारावलेले
भौतिक			
क्वथन बिंदु, $^{\circ}C$	१०२	११२	१०३
विशिष्ट गुरुत्व	१.१८	१.२४	१.२३
शक्यप्राय सकेंदण	३	३	२
ज्वलन झालेला गॅ/ग्रॅम U २३५ (उदासीनीकरण न केलेले)	२.५	०.५	५.०
गॅ./ग्रॅम U २३५ ज्वलन झालेला (NaOH बरोबर उदासीन केलेला)	१०.०	१.५-२.०	२०.०
रासायनिक			
अम्लता, N	-०.३ (समाक्षारींय) (basic)	८.०	-०.२
एकूण लवणे, M			
उदासीन न केलेली	१.२	.२	२.०
उदासीन केलेली	६.०	८.२	अम्ल संचय
घनपदार्थाची स्थिरता	अस्थिर समाक्षारीय	स्थिर	अस्थिर समाक्षारीय
रेडिओ रासायनिक			
क्यूरीज/गॅ. अम्ल	८०	४००	२०००
क्यूरीज/ गॅ. समाक्षार	२०	२००	अम्ल संचय
आच्छादन, शिसे १ सें. मी^{3} अम्ल (इं)*	३.५	४	४
आच्छादन, शिसे ५०० गॅ./अम्ल (इं.)*	११.५	१२	१२
वॅट्स/गॅलन अम्ल	०.३	१.२	५.४

*संरक्षणाकरता लागणारे शिशाचे आच्छादन-इंच

(कोष्टक २६-६ पान ८२० वर पाहणे)

कोष्टक २६–३

उच्च क्रियाशीलतेच्या शक्ति–विक्रियकातील प्रक्रियाकरणाच्या अपशिष्टांचे गुणधर्म (ब्लोमेक प्रमाणे (१७,)

गुणधर्म *	झिर्कोनियम, २५–TBP	गंजरहित पोलाद, २५–TPB	डॅरेक्स, SS–२८–TBP
H, M	१.०	३.४	२.०
Al, M	०.७५		
Zr, M	०.५५		
Fe, M		०.०७	०.१८
Cr, M		०.०२	०.०५
Ni, M		०.००७	०.०१८
NO_3, M	२.३	२.७	२.३
F, M	३.२		
SO_4, M		०.५	
Cr_2O_7, M	०.०१		
Fe, Ni, Cr, ग्रॅम/लिटर	<१		
Cl, ग्रॅम / लिटर Mn, P, Si,			<१

(टीप–को २६–४ पान ८१६ वर पहा)

कोष्टक २६–३ चालू

ग्रॅम/लिटर		<१	<१
अनुपचारित राशि	३३० लिटर/कि. ग्रॅ. U	३३० लिटर/कि. ग्रॅ. U	१७६०गॅ./टनU
विशिष्ट गुरुत्व	१.२	१.१	१.२
क्वथन बिंदु, °C	१०१	१०६	१०१
गोठण बिंदु, °C	अर्ध–स्थिर (metastable) <२५ °C	–६	–२२
विशिष्ट उष्णता		०.८४	०.७५
श्यानता, cp	२	१.२	१.३
बाष्पनानंतरची राशि			३००गॅलन/टन U (८० ग्रॅम गंजरहित पोलाद/लिटर)

* विभंजन पदार्थ आणि जड मूलद्रव्ये रासायनिक बनावटीतून वगळली आहेत.

२६–४. किरणोत्सारी अपशिष्टांवरील उपचार–

किरणोत्सारी अपशिष्टांवरील उपचारांसंबंधी चर्चा करण्याच्या अगोदर अपशिष्टावर किती प्रमाणात उपचार केले पाहिजेत याची काहीशी माहिती मिळविली पाहिजे. या अवस्थेत अपशिष्ट–अभियंत्यास, औद्योगिक अपशिष्टांच्या "सामान्य" प्रकारांच्या संबंधात नाले आणि नगरपालिकांतील उपचारण संयंत्रांच्या सह्यता सीमांची (tolerance limits), चांगल्या प्रकारे माहिती झालेली असते. अभियंत्याचा नेहमी सारखा संबध न येणारी विकिरण ही एक वैशिष्टयपूर्ण घटना असते, म्हणून आपण आपले लक्ष किरणोत्सारी अपशिष्टांच्या सह्यता मूल्यांकडे वेधले पाहिजे. घरगुती अगर करमणुकीसाठी वापरावयाचे पाणी, अन्नाकरता उपज केलेले मासे, अथवा खाद्य वनस्पती, यांची जेव्हा सदूषित पाण्याने सिंचाई केली जाते तेव्हा

(पुढील मजकूर पान ८२२ वर पहा)

कोष्टक २६-६

काही निष्क्रिय व किरणोत्सारी वायुविलयी (aerosol) कणांचा आकार आणि वितरण (१५)

वायुविलयी (कण)	ज्यामितीय* माध्य व्यास Mg	वस्तुता मध्यक* (mass median) व्यास M'g	मानक ज्यामितीय व्यास, δg
१४ यू. एस. शहरांतील वातावरणातील धूळ सरासरी (अ)	०.५४ μ	०.९७ μ	१.५६
इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शीने मापन केलेली वातावरणातील धूळ (नॉल्स अणुशक्ति प्रयोगशाळा (आ))	०.०२८	१.१२	३.०५
बेरीलियम फ्ल्यूराईड वाफारा (fume) BeF_2, भट्टीत-ओतण्याच्या कार्यातील, भट्टीपासून १० फूट अंतरावरील (इ)	०.३६	२.३	२.२
ओपन-हार्थ भट्टीतील आयर्न ऑक्साईड फवारा (ई)			
अपशिष्ट-ताप बॉयलरच्या पूर्वी	०.०४७	०.६५	२.५५
अपशिष्ट-ताप बॉयलरच्या नंतर	०.०५७	०.८२	२.६०
विभंजन-पदार्थाच्या मूलस्थानावरील प्रायोगिक संयंत्र (उ)			
प्रकाश सूक्ष्मदर्शीने मापलेले किरणोत्सारी द्रव्य	०.४७	२.२५	२.१७
इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शीने मापलेले किरणोत्सारी द्रव्य	०.०१४	०.१४	२.३९
प्रकाश सूक्ष्मदर्शीने मापलेले किरणोत्सारी नसलेले द्रव्य	०.४२	११.३०	२.८६
कचरा जाळण्यातील युरेनियम ऑक्साईड फवारा (ऊ)	०.१२	८.११	३.२९
विलयन कालातील विलगन प्रक्रिया संचय निःस्राव (ए) (प्रकाश सूक्ष्मदर्शीतून आकार मापला, इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शीतून माध्य आकार ०.०५ असल्याचे दिसून आले.)	०.२	३.१	२.६

कोष्टक २६–६ चालू

Na धातूच्या ज्वलनातील सोडियम ऑक्साईड (ऐ) टीप। क्षेत्रीय प्रकाश सूक्ष्मदर्शीतून आकार ९०० × ०.२ μ (of ०.२ μ) मिळाला.	०.०४	०.१७	२.०
निर्दाहकातील (incinerator) रक्षा निस्तरणातील वायुवाहित धूळ (ओ)	०.४३	१०१	३.८६
फेरोसिलिकॉन विद्युत् भट्टीतून टॅपिंग करतेवेळचा फवारा (fume) (औ)	०.४३	२.७७	२.२

* गणितीय परिवर्तन अभिलेख (log) Mg = log M'g — 6-91 log 2δg या समीकरणावर आधारित वस्तुता अथवा ज्यामितीय परिवर्तन–

(अ) जे. इ. आईव्हज आणि इतर, "ॲट्मॉस्फेरिक पोल्यूशन ऑफ अमेरिकन सिटीज फॉर दि इयर्स १९३१ ते १९३३," सार्वजनिक स्वास्थ्य परिपत्रक २२४, GPO, वॉशिंग्टन, D.C., १९३६.

(आ) जे. जे. फिट्झगेराल्ड आणि सी. जी. डेटवायलर, "कलेक्शन एफिशिअन्सी ऑफ एअर क्लीनिंग ॲंड एअर सॅम्प्लिंग मीडिया," अमे. इंड. हायजी. असो. त्रैमासिक, खंड १६, पान १२३, १९५५.

(इ) ए. जे. व्हॉरवॅल्ड, (संपा.) न्यूमोकोनिओसिस, पान ३७८, हेबर, न्यूयॉर्क १९५०.

(ई) सी. ई. बिलिंग्ज, डब्ल्यू. डी. स्मॉल, आणि एल. सिल्व्हरमन, "पायलट प्लॅंट स्टडीज ऑफ कंटीन्यूअस स्लॅग-वूल फिल्टर फॉर ओपन–हार्थ फ्यूम," एअर पोल्यूशन कंट्रोल असो. चे नियतकालिक, खंड ५, पान १५९, १९५५.

(उ) जे. जे. फिट्झगेराल्ड आणि सी. जी. डेटवायलर, "साईझ डिस्ट्रिब्यूशन ऑफ पार्टिकल्स प्रोड्यूस्ड बाय फिशन प्रॉडक्ट सोर्स पायलट प्लॅंट," KAPL १२३२, जनरल इलेक्ट्रिक कं., शेनेक्टेडी, एन. वाय, नोव्हे. १९५४.

(ऊ) ई. डब्ल्यू. कॉनर्स, ज्यू. आणि डी. पी. ओ'नील "एफिशिअन्सी स्टडीज ऑफ ए हाय एफिशिअन्सी हाय टेंपरेचर फिल्टर अगेन्स्ट फ्रेशली जनरेटेड युरेनियम ऑक्साईड फ्यूम," ANL ५४५३, अर्गोन राष्ट्रीय प्रयोग शाळा, लेमॉन्ट, इलि., जून १९५४.

(ए) जे. जे. फिट्झगेराल्ड, "इव्हॅल्युशन ऑफ KAPL सेपेरेशन प्रोसेस स्टॅक एफ्ल्युअंट," KAPL १०१५, जनरल इलेक्ट्रिक कं., शेनेक्टेडी, एन. वाय., १९५२.

(ऐ) आर. सी. लुमॅटेनेन आणि डब्ल्यू. जे. मेचन, "रिमूव्हल ऑफ हॅलोजेन्स, कार्बन डाय ऑक्साईड आणि एरोसोल्स फ्रॉम एअर इन ए स्प्रे टॉवर," ANL ५४२९ अॅर्गोन राष्ट्रीय प्रयोग शाळा, फेब्रु., १९५५.

(ओ) डब्ल्यू. एछ. मॅगोनेल, जे. एछ. लड्विग, आणि एल. सिल्व्हरमन, "डस्ट एक्स्पोजर्स डिवरिंग ॲश रिमूव्हल फ्रॉम इन्सिनरेटर्स," आर्च. इं. हेल्थ, खंड १५, पान २१५, १९५७.

(औ) एल. सिल्व्हरमन आणि आर. ए. डेव्हिडसन, "इलेक्ट्रिक फर्नेस फेरो–सिलिकॉन फ्यूम कलेक्शन," जे. मेटल्स, ट्रॅन्स; AIME, खंड २०३, पान १३२७, १९५५.

अशा पाण्यात काही किरणोत्सारी पदार्थांचे (क्रांतिक सहृयता मूल्यापेक्षा जास्त) अवशोषण होते. त्यामुळे होणाऱ्या संदूषणामुळे मुख्यतः माणसाला धोका पोहोचतो. (५६) विकिरण संरक्षणासंबंधीच्या आंतरराष्ट्रीय आयोगाने (२०४) संयुक्त राष्ट्रांकरता कमाल अनुज्ञेय संकेंद्रणाच्या मर्यादा (MPC) प्रस्थापित केल्या आहेत. व विकिरण संरक्षण आणि मापनाकरता नेमलेल्या राष्ट्रीय समितीने युनायटेड स्टेट्सकरता तत्सम मूल्ये ठरवून दिली आहेत. या दुसऱ्या गटाने सामान्य जनसंख्येकरता ३० वर्षांच्या कालावधीवर पांच रोंटजेन्स (roentgens) हे MPC मूल्य ठरविले आहे. एलिसनच्या (५६) मते, जिच्यामुळे एक ग्रॅम उतकात ९७ अर्ग ऊर्जेचे अवशोषण होते तिचे मूल्य एक रोंटजेन (r) असते.

विकिरणाशी संबंध असलेल्या संवेदन क्षमतेमुळे जननेंद्रियांना (reproductive organs) किरणोत्सारी उद्भासनामुळे (exposure) गंभीर प्रमाणांत हानि पोहोचते. वर उल्लेखिलेल्या मात्रेने दर १०००० जननांत ३३ उत्परिवर्तने (mutations) (विकृत मुलांचे जन्म) होतील असा बीडल (१०) ने अंदाज केला आहे. बहुतेक रेडिओ मूल-द्रव्यांच्या हवेतील व घरगुती पाणी पुरवठ्यातील MPC ची यादी ५२ व्या पुस्तिकेत राष्ट्रीय मानक कार्यालयाने दिली आहे (१३८). ५९ वी पुस्तिका, ५२ व्या पुस्तिकेची पुरवणी आहे आणि तीत विकिरणशील कामगारांसाठी अनुज्ञेय आंतरिक उद्भासनासंबंधी (internal exposure) माहिती दिलेली आहे, आणि नियंत्रित क्षेत्राच्या बाहेरील लोकांचे करता दहा हा सुरक्षागुणांक धरावा असा सल्ला देण्यात आला आहे. स्वास्थ्य मल व्यवस्थेत प्रस्त्रावित करण्यासाठी आणि जमिनीत पुरण्यासाठी किरणोत्सारी अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीच्या संबंधात AEC ने खालील विनियमांची (regulations) तरतूद केली आहे :

२०.३०३ स्वास्थ्यमलव्यवस्थेत प्रस्त्रावित करून विल्हेवाट करणे.

(खालील नियमांचे प्रतिपालन केल्याखेरीज) कोणाही परवाना धारकाला परवाना दिलेले द्रव्य प्रस्त्रावित करता येणार नाही :

(अ) ते द्रव्य पाण्यात सहज विरघळले गेले पाहिजे अथवा विसरित झाले पाहिजे.

(आ) परवाना धारकाने परवाना मिळालेल्या अथवा अन्य किरणोत्सारी द्रव्याची मलव्यवस्थेत कोणत्याही एका दिवशी सोडलेली राशि या परिच्छेदाच्या (१) ल्या अथवा (२) त्या परिच्छेदात दिलेल्या अधिकतर राशीपेक्षा जास्त असता कामा नये.

(१) परवाना धारकाने मलवाहिनीतील वाहितमलाच्या रोजच्या सरासरी राशीने पातळ केलेल्या राशीचे होणारे संकेंद्रण ह्या भागाच्या परिशिष्ट B (कोष्टक २६–८), कोष्टक I, स्तंभ २ मध्य विनिर्दिष्ट केलेल्या मर्यादेइतके अथवा

(२) ह्या भागाच्या परिशिष्ट C (को. २६–९) मध्ये विनिर्दिष्ट केलेल्या अशा द्रव्याच्या राशीच्या दसपट.

(इ) जर परवाना मिळालेल्या अथवा अन्य किरणोत्सारी द्रव्याची कोणच्याही एका महिन्यात मुक्त केलेली राशी, जर परवाना धारकाने मुक्त केलेल्या महिन्यातील पाण्याच्या सरासरी राशीने पातळ केली तर त्यामुळे प्राप्त झालेल्या राशीचे संकेंद्रण ह्या भागातील परिशिष्ट B (को. २६–८) को. I, स्तंभ २ मध्ये विनिर्दिष्ट केलेल्या मर्यादेपेक्षा जास्त असणार नाही.

(ई) परवाना धारकाने मलव्यवस्थेत सोडलेली परवाना मिळालेल्या अन्य किरणोत्सारी द्रव्याची एकूण राशि प्रत्येक वर्षास एका क्यूरीपेक्षा जास्त होता कामा नये. किरणोत्सारी द्रव्याच्या सहाय्याने केलेले वैद्यकीय चिकित्सा (medical diagnosis) अथवा औषधोपचार (therapy) करून घेत असलेल्या व्यक्तींच्या मुलास ह्या विभागात समाविष्ट केलेल्या मर्यादांतून वगळण्यात येईल.

२०.३०४–मातीत पुरून विल्हेवाट करणे.

कोणाही परवाना धारकाने परवाना दिलेले द्रव्य (खालील अटींचे पालन केल्याशिवाय) मातीत पुरता कामा नये.

(अ) एकाच स्थानावर आणि एकाच वेळी पुरलेल्या परवाना मिळालेल्या आणि अन्य किरणोत्सारी द्रव्याची पुरण्याच्या वेळची राशि ह्या भागातील परिशिष्ट C (को. २६.९) मध्ये विनिर्दिष्ट केलेल्या राशीच्या १००० पटीपेक्षा जास्त असू नये; आणि

(आ) पुरण्याची किमान खोली ४ फूट असावी; आणि

(इ) एका मागून एक पुरण्याच्या स्थानांतील अंतर किमान ६ फूट असावे आणि एका वर्षात पुरण्याचे काम १२ पेक्षा जास्त वेळा करू नये.

संघीय नोंदपत्रात नोंदीच्या बाबी, त्यांचे अपवाद, आणि अंमलबजावणी, यांविषयी विनिर्देशन करण्यात आले आहे, आणि AEC च्या विनिमय क्र. २०.३०३ आणि २०.३०४ (को. २६–७ पासून २६–९ अखेर) मध्ये विनिर्देशित केलेल्या कमाल अनुज्ञेय मर्यादा घालून दिलेल्या A, B, व C या परिशिष्टांचे पुनर्मुद्रण करण्यात आले आहे. फॉकने (६३) सुद्धा अनेक नमुनेदार रेडियो समस्थानकांसाठी पाण्यातील MPC ची मूल्ये (को. २६–१०) सादर केली आहेत, आणि तुलनेकरता त्यात अधिक रूढ एककांत अभिव्यक्त केलेली समतुल्य संकेंद्रणेही दिली आहेत.

कोष्टक २६–७

आठवड्याची अनुज्ञेय मात्रा (२९ जानेवारी १९५७ च्या संघीय नोंदपत्रकावरून)

उद्भासनाची परिस्थिति		शरिराच्या क्रांतिक भागांतील मात्रा (mrem)			
शरिराचे भाग	विकिरण	बाह्यत्वचेच्या आधारस्तरावरील त्वचा	रक्त तयार करणारे भाग	जनन ग्रथी	डोळ्याचे भिंग
संपूर्ण शरीर	१ मि. मी. पेक्षा, नरम उतकाच्या मोठ्या अर्धमूल्य थरावरील कोणचेही विकिरण	६००*	३००*	३००*	३००*
संपूर्ण शरीर	नरम उतकाच्या १ मि. मी. पेक्षा कमी अर्धमूल्य थरावरील कोणचेही विकिरण	१५००	३००	३००	३००
हात आणि अग्र बाहू अथवा पाय व घोटे अथवा डोके व मान	कोणचेही विकिरण	१५००†			

* संपूर्ण शरिराच्या X – अथवा गॅमा किरणांच्या ३ mev (दशलक्ष इलेक्ट्रॉन व्होल्ट्स) इतक्या उद्भासनाकरता, जर "वायु–मात्रा" ३००mr पेक्षा जास्त नसेल तर ही अट पुरी झाली आहे असे गृहीत धरावे, मात्र जनन ग्रंथीवरील डोस ३०० mrem पेक्षा जास्त नसावा. "वायुमात्रा" म्हणजे व्यक्तीने व्यापावयाच्या अत्युच्च डोसाऱ्या प्रमाणाच्या क्षेत्रातील हवेत बसविलेल्या योग्य प्रकारच्या उपकरणांनी मापन केलेला डोस; त्यावेळी मानव शरीर अथवा अन्य अवशोषक अथवा विकिरित (scattering) द्रव्य तेथे अस्तित्वात नसते.

† अशा परिस्थितीत असलेल्या शरिराच्या ह्या मर्यादित भागांचे उद्भासन झाल्यामुळे शरिराच्या मुख्य भागांतील रक्त तयार करणाऱ्या ग्रंथी, जनन ग्रंथी, अथवा डोळ्यांच्या भिंगांच्या बाबतीत अनुज्ञात ३०० mrem ह्या आठवड्याच्या एकूण मात्रेत बदल होत नाही.

कोष्टक २६-८

नैसर्गिक पार्श्वभूमीवरील हवेतील आणि पाण्यातील अनुज्ञेय संकेंद्रणे

(संघीय नोंद पत्रकावरून २९ जानेवारी १९५७)

द्रव्य	कोष्टक I		कोष्टक II	
	स्तंभ १[१] हवा (२)	स्तंभ २[२] पाणी (३)	स्तंभ १[१] हवा (२)	स्तंभ २[२] पाणी (३)
A^{41}	१.६×१०^{-३}	१.४×१०^{-३}	५×१०^{-८}	५×१०^{-५}
Ag^{105}	३.६×१०^{५}	५	१.२×१०^{-६}	१.६×१०^{-२}
Ag^{111}	१×१०^{-४}	१३	३×१०^{-६}	४×१०^{-२}
Am^{241}	८×१०^{-११}	४×१०^{-४}	२×१०^{-१२}	१.३×१०^{-५}
As^{76}	७×१०^{-६}	६×१०^{-४}	२×१०^{-७}	२×१०^{-२}
At^{211}	९×१०^{-१०}	६×१०^{-६}	३×१०^{-११}	२×१०^{-७}
Au^{198}	३.४×१०^{-७}	९×१०^{-३}	१.१×१०^{-८}	३×१०^{-४}
Au^{199}	८×१०^{-७}	२×१०^{-२}	२.५×१०^{-८}	७×१०^{-४}
$Ba^{140} + La^{140}$	२×१०^{-७}	६×१०^{-३}	६×१०^{९}	२×१०^{-४}
Be^{7}	१.३×१०^{-५}	३	४×१०^{-७}	१×१०^{-२}
C^{14}	१.४×१०^{-६}	१×१०^{-२}	५×१०^{-८}	३.६×१०^{-४}
Ca^{45}	९×१०^{-८}	१५×१०^{-३}	३×१०^{-९}	५×१०^{-५}
$Cd^{109} + Ag^{109}$	२×१०^{-७}	२×१०^{-२}	७×१०^{-९}	७×१०^{-३}
$Ce^{144} + Pr^{144}$	२×१०^{-८}	१×१०^{-२}	७×१०^{-१०}	३.६×१०^{-३}
Cl^{36}	१×१०^{-६}	७×१०^{-३}	४×१०^{-८}	२.४×१०^{-४}
Cm^{242}	५×१०^{-१०}	२.७×१०^{-३}	१.८×१०^{-११}	१×१०^{-४}
Co^{60}	३.४×१०^{-६}	५×१०^{-२}	१.२×१०^{-७}	१.८×१०^{-३}
Cr^{51}	२.४×१०^{-५}	१.४	८×१०^{-७}	५×१०^{-२}
$Cs^{137} + Ba^{137}$	६×१०^{-७}	४.५×१०^{-३}	२×१०^{-८}	१.५×१०^{-४}
Cu^{64}	२×१०^{-५}	२.५×१०^{-२}	६×१०^{-७}	८×१०^{-३}
Eu^{154}	२×१०^{-८}	१×१०^{-२}	६×१०^{-१०}	३×१०^{-८}
F^{18}	३.५×१०^{-४}	२.६	१.२×१०^{-५}	९×१०^{-२}
Fe^{55}	१.८×१०^{-६}	१.३×१०^{-२}	६×१०^{-८}	४×१०^{-४}
Fe^{59}	५×१०^{-८}	३.३×१०^{-४}	१.५×१०^{-९}	१.१×१०^{-५}
Ga^{72}	१×१०^{-५}	२६	३.४×१०^{-७}	९×१०^{-२}

(पुढे चालू)

कोष्टक २६–८ चालू

द्रव्य	कोष्टक I		कोष्टक II	
	स्तंभ १[१] हवा (२)	स्तंभ २[२] पाणी (३)	स्तंभ १[१] हवा (२)	स्तंभ २[२] पाणी (३)
Ge^{71}	१×१०^{-४}	२७	३.४×१०^{-६}	९×१०^{-३}
H^{3} (HTO or T_2O)	७×१०^{-५}	५×१०^{-२}	२.५×१०^{-६}	१.६×१०^{-२}
Ho^{166}	१×१०^{-५}	७०	३×१०^{-७}	२.३
I^{131}	९×१०^{-२}	९×१०^{-५}	३×१०^{-१०}	३×१०^{-६}
Ir^{190}	२.२×१०^{-६}	४×१०^{-२}	७×१०^{-८}	१.३×१०^{-३}
Ir^{190}	१.५×१०^{-७}	२७×१०^{-३}	५×१०^{-९}	९×१०^{-५}
K^{42}	६×१०^{-६}	४×१०^{-२}	२×१०^{-७}	१.४×१०^{३}
La^{140}	४×१०^{-६}	३.४	१.४×१०^{-७}	१.१×१०^{-२}
Lu^{177}	१.५×१०^{-५}	७०	५×१०^{-७}	२४
Mn^{56}	८×१०^{-६}	५×१०^{-२}	३×१०^{-७}	१.५×१०^{-२}
Mo^{98}	५×१०^{-३}	४०	१.८×१०^{-४}	१.४
Na^{24}	५×१०^{-६}	२.४×१०^{-२}	१.६×१०^{-७}	८×१०^{-४}
Nb^{95}	१.३×१०^{-६}	१.२×१०^{-२}	४×१०^{-८}	४×१०^{-४}
Ni^{59}	५×१०^{-५}	७×१०^{-२}	१.६×१०^{-६}	२.५×१०^{-२}
P^{32}	४×१०^{-७}	६×१०^{-४}	१.४×१०^{-८}	२×१०^{-५}
Pb^{203}	२×१०^{-५}	४×१०^{-२}	६×१०^{-७}	१.४×१०^{-२}
$Pb^{103} + Rh^{103}$	२×१०^{-६}	३×१०^{-२}	७×१०^{-८}	१×१०^{-३}
Pm^{147}	६×१०^{-७}	३	२×१०^{-८}	१×१०^{-२}
Po^{210} (विलेय)	६×१०^{-१०}	९×१०^{-५}	२×१०^{-११}	३×१०^{-६}
Po^{210} (अविलेय)	२×१०^{-१०}		७×१०^{-१२}	
Pr^{143}	२.३×१०^{-६}	१	७×१०^{८}	३.६×१०^{-२}
Pu^{239} (विलेय)	६×१०^{-१२}	४.५×१०^{-६}	२×१०^{-१३}	१.५×१०^{-६}
Pu^{239} (अविलेय)	६×१०^{-१२}		२×१०^{-१३}	
Ra^{226} + 1/2 dr	२.४×१०^{-११}	१.२×१०^{-७}	८×१०^{-१३}	४×१०^{-९}
Rb^{86}	१.१×१०^{-६}	९×१०^{-३}	४×१०^{-८}	३×१०^{-४}
Re^{183}	२.४×१०^{-५}	२.४×१०^{-२}	८×१०^{-७}	८×१०^{-३}
Rh^{105}	३×१०^{-६}	५×१०^{-२}	१×१०^{-७}	१.६×१०^{-३}
Rh^{222}+dr	१×१०^{-७}	६×१०^{-१}	३.३×१०^{-९}	२×१०^{-७}
$Ru^{106} + Rh^{106}$	८×१०^{-८}	४×१०^{-२}	२.६×१०^{-९}	१.३×१०^{-२}
S^{35}	३×१०^{-६}	१.५×१०^{-२}	१×१०^{-७}	५×१०^{-४}

कोष्टक २६–८ चालू

Sc^{46}	२ × १०$^{-७}$	१	७ × १०$^{-९}$	३.६ × १०$^{-३}$
Sm^{151}	४ × १०$^{-८}$	६ × १०$^{-१}$	१.३ × १०$^{-९}$	२ × १०$^{-२}$
Sn^{113}	१.७ × १०$^{-६}$	५ × १०$^{-१}$	६ × १०$^{-८}$	१.६ × १०$^{-२}$
Sr^{89}	६ × १०$^{-८}$	२ × १०$^{-४}$	२ × १०$^{-९}$	७ × १०$^{-६}$
$Sr^{90}+Y^{90}$	६ × १०$^{-१०}$	२.४ × १०$^{-६}$	२ × १०$^{-११}$	८ × १०$^{-८}$
Tc^{90}	८ × १०$^{-६}$	८ × १०$^{-२}$	३ × १०$^{-७}$	३ × १०$^{-३}$
Te^{127}	३ × १०$^{-७}$	८ × १०$^{-२}$	१ × १०$^{-८}$	३ × १०^{३}
Te^{129}	१.२ × १०$^{-७}$	३,३ × १०$^{-२}$	४ × १०$^{-९}$	१.१ × १०$^{-३}$
Th^{234}	२ × १०$^{-६}$	१०	६ × १०$^{-८}$	३ × १०$^{-१}$
Th-नैसर्गिक (विलेय)	५ × १०$^{-११}$	१.५ × १०$^{-६}$	१.७ × १०$^{-१२}$	५ × १०$^{-८}$
Th-नैसर्गिक (अविलेय)	५ × १०^{११}		१.७ × १०$^{-१२}$	
Tm^{170}	१.५ × १०$^{-७}$	८ × १०$^{-१}$	५ × १०$^{-९}$	२.५ × १०$^{-३}$
U-नैसर्गिक (विलेय)[3]	५ × १०$^{-११}$	२· × १०$^{-४}$	१.७ × १०$^{-१२}$	७ × १०$^{-६}$
U-नैसर्गिक (अविलेय)[3]	५ × १०$^{-११}$		१.७ × १०$^{-१२}$	
U-^{233} (विलेय)	४ × १०$^{-१०}$	४.५ × १०$^{-४}$	१ × १०$^{-११}$	१.५ × १०$^{-५}$
U-^{233} (अविलेय)	५ × १०$^{-११}$		१.६ × १०$^{-१२}$	
V^{48}	३ × १०$^{-६}$	१.५	१ × १०$^{-७}$	५ × १०$^{-२}$
Xe^{133}	१.३ × १०$^{-५}$	१.३ × १०$^{-२}$	४ × १०$^{-७}$	४ × १०$^{-४}$
Xe^{135}	५ × १०$^{-६}$	४ × १०$^{-३}$	१.७ × १०$^{-७}$	१.४ × १०$^{-४}$
Y^{91}	१.२ × १०$^{-७}$	६ × १०$^{-१}$	४ × १०$^{-९}$	२ × १०$^{-२}$
Zn^{65}	६ × १०$^{-६}$	२ × १०$^{-१}$	२ × १०$^{-७}$	६ × १०$^{-३}$
अनभिज्ञात बीटा अथवा गॅमा उत्सर्जक, अथवा अन्य बीटा व गॅमा उत्सर्जकांचे अनिर्धारित मिश्रण—			१ × १०$^{-९}$	१ × १०$^{-७}$
अनभिज्ञात आल्फा उत्सर्जक अथवा अन्य आल्फा उत्सर्जकांचे अनिर्धारित मिश्रण—			५ × १०$^{-१}$	१ × १०$^{-७}$

[1]– हवेची संकेंद्रणे तिच्या दर मिलिलिटरला मायक्रोक्यूरीजमध्ये दिली आहेत.

[2]– पाण्याची संकेंद्रणे त्याच्या दर मिलिलिटरला मायक्रोक्यूरीजमध्ये दिली आहेत. हे आकडे मायक्रोक्यूरीजमध्ये दर ग्रॅम (आर्द्रवजन) ला खाद्यपदार्थांनाही लागू आहेत.

[3]–नैसर्गिक युरेनियमच्या बाबतीत लागू असलेल्या दर एकक राशीच्या विकिरणशीलता संवर्धित युरेनियमलाही लागू आहेत. संवर्धित युरेनियमच्या एकूण क्रियाशीलतेत U–२३४ ने घातलेली भर (contribution) U-२३५ ने घातलेल्या भरीपेक्षा २० ते ४० पट असते हे लक्षात ठेवावे.

कोष्टक २६–९

किरणोत्सारी द्रव्यांच्या राशी (संघीय नोंदपत्रकावरून, २९ जानेवारी १९५७)

द्रव्य	मायक्रो-क्यूरीज	द्रव्य	मायक्रो-क्यूरीज	द्रव्य	मायक्रो-क्यूरीज
Ag^{105}	१	K^{42}	१०	Sn^{113}	१०
Ag^{111}	१०	La^{140}	१०	Sr^{89}	१
As^{76}, As^{77}	१०	Mn^{52}	१	$Sr^{90}+Y^{90}$	०.१
Au^{198}	१०	Mn^{56}	५०	Ta^{182}	१०
Au^{199}	१०	Mo^{99}	१०	Tc^{96}	१
$Ba^{140}+La^{140}$	१	Na^{22}	१०	Tc^{99}	१
Be^{7}	५०	Na^{24}	१०	Te^{127}	१०
C^{14}	५०	Nb^{95}	१०	Te^{129}	१
Ca^{45}	१०	Ni^{59}	१	Th (नैसर्गिक)	५०
$Cd^{109}+Ag^{109}$	१०	Ni^{63}	१	Tl^{204}	५०
$Ce^{144}+Pr^{144}$	१	P^{32}	१०	ट्रिटियम	
Cl^{36}	१	$Pd^{103}+Rh^{103}$	५०	H^3 पहा	२५०
Co^{60}	१	Pd^{109}	१०	U (नैसर्गिक)	५०
Cr^{51}	५०	Pm^{147}	१०	U^{233}	१
$Cs^{137}+Ba^{137}$	१	Po^{210}	०.१	U^{234}-U^{235}	५०
Cu^{64}	५०	Pr^{143}	१०	V^{48}	१
Eu^{154}	१	Pu^{239}	१	W^{185}	१०
F^{18}	५०	Ra^{226}	०.१	Y^{90}	१
Fe^{55}	५०	Rb^{86}	१०	Y^{91}	१
Fe^{59}	१	Re^{186}	१०	Zn^{65}	१०
Ga^{72}	१०	Rh^{105}	१०	अनभिज्ञत	
Ge^{71}	५०	$Ru^{106}+Rh^{106}$	१	किरणोत्सारी	
H^3(HTO or		S^{35}	५०	द्रव्य अथवा	
H_2^3O)	२५०	Sb^{124}	१	वरील	
I^{131}	१०	Sc^{46}	१	अज्ञात	
In^{114}	१	Sm^{153}	१०	मिश्रणांच्या पैकी	
Ir^{192}	१०			कोणतेही	०.१

टीप : २०.२०३ आणि २०४ ह्या परिच्छेदांच्याकरता, जेथे ज्ञात राशीत समस्थानिकांच्या संयोजनाचा (combination) संबंध येतो तेथे, संयोजनाची सीमा खालीलप्रमाणे

प्राप्त करावी : संयोजनातील प्रत्येक समस्थानिकाकरता, संयोजनात असतानाची राशि आणि संयोजनात नसताना विशिष्ट समस्थानिकाची अन्य प्रकारे प्रस्थापित झालेली सीमा, यांचे गुणोत्तर काढावे. सर्व समस्थानिकांच्या अशा गुणोत्तरांची बेरीज "१" पेक्षा (म्हणजेच एकते (unity) पेक्षा) जास्त असू नये.

उदाहरण : २०.३०४ या परिच्छेदाकरता, जर एकाद्या विशिष्ट गटात Au^{198} चे २०००μc आणि C^{14} चे २५०० μc असले तर त्यात ३००० μc पेक्षा जास्त नसलेल्या I^{131} चा सुद्धा समावेश असणे शक्य आहे. ही सीमा खालीलप्रमाणे निश्चित करण्यात आली :

$$\frac{२,००० \mu c \; Au^{198}}{१०,००० \mu c} + \frac{२५,००० \mu c \; C^{14}}{५०,००० \mu c} + \frac{३,००० \mu c \; I^{131}}{१०,००० \mu c} = १.$$

वरील प्रत्येक गुणोत्तरातील छेद, परिच्छेद २०.३०४ मध्ये तरतूद केल्याप्रमाणे, कोष्टकातील संख्येला १००० ने गुणून प्राप्त करण्यात आला.

कोष्टक २६–१० (६३)

रेडियो समस्थानिक अर्ध-आयु	H_2O मधील कमाल अनुज्ञेय संकेंद्रण, मायक्रोक्यूरीज/सें. मी.^{3}	समतुल्य संकेंद्रण, ग्रॅम/सें. मी.^{3}
Mu^{56} २.६ तास	३×१०^{-३}	१.४×१०^{-१६}
Cu^{64} १२.८ तास	५×१०^{-३}	१.३×१०^{-१५}
Fe^{59} ४५ दिवस	$१०^{-४}$	२.०×१०^{-१४}
Zr^{95} ६५ दिवस	६×१०^{-४}	२.८×१०^{-१४}
Cs^{137} ३३ वर्षे	२×१०^{-३}	२.६×१०^{-११}
Sr^{90} १९.९ वर्षे	८×१०^{-७}	४.०×१०^{-१५}
अज्ञात मिश्रण	$१०^{-७}$	$१०^{-१५}$ ते $१०^{-१६}$

लंडग्रेन (१२८) अशा निष्कर्षाप्रत पोहोचला आहे की, AEC ने मान्यता दिलेल्या मलवाहिनीतील विकिरण–मात्रांचा अणुजीव आणि अन्य सूक्ष्माणु जीवांवर, अथवा अपशिष्ट-निस्तरण संयंत्रांतील त्यांच्या एन्झाईम यंत्रणा कार्यावर तुलनेने क्षुल्लक परिणाम होतो. निस्तरण संयंत्रावरील संरचनात्मक संघटना, उपस्थित विकिरण–राशि आणि सूक्ष्म जीवाणूंच्यावर परिणाम करणारी विकिरणाची मात्रा, यांचा विचार करता विकिरणांच्या धोक्यातून कोणत्याही समस्या लागलीच निर्माण होतील असे आम्हाला वाटत नाही.

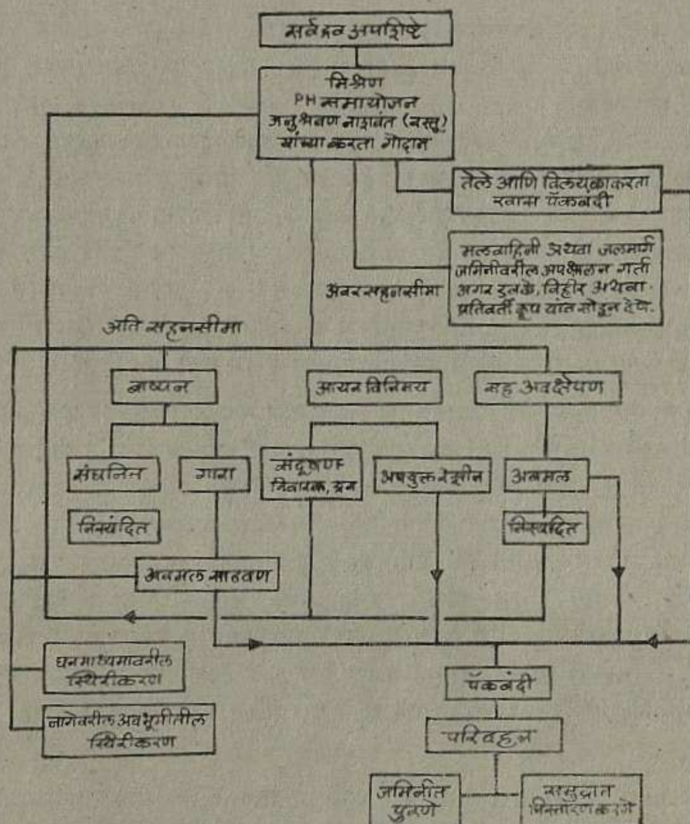
द्रवरूप किरणोत्सारी अपशिष्टांवरील उपचार–

द्रवरूप अपशिष्टांची विल्हेवाट लावण्याकरता दोन मुख्य पद्धती वापरण्यात आल्या आहेत : संकेंद्रण आणि साठवण, आणि नंतर पुरणे; अथवा तनुकरण व विकिरण (dispersal) करून शेवटी मलवाहिन्यात अथवा नाल्यात निःसरण करणे. आकृती २६–५ मध्ये एक नमुनेदार उपचारण-कार्यपद्धति निदर्शित केली आहे. तीत योजनात्मक पद्धतीने सर्व द्रवरूप अपशिष्टांच्या हाताळणीचे वर्णन केले आहे. सर्व द्रवरूप अपशिष्टांचे अंतिम निस्तरण (disposition) मातीत पुरून अथवा समुद्रात सोडून साध्य करण्यात येते हे लक्षात घेणे मनोरंजक होईल. आपण निर्माण करू शकू अशी सर्व किरणोत्सारी अपशिष्टे समुद्रात टाकून पर्याप्तपणे हाताळता येतील असे एका वेळी मानले जात होते परंतु इ. स. २००० पर्यंत जी किरणोत्सारिता प्रस्त्रावित होईल तिच्याकरता सुद्धा सुरक्षित पात्र म्हणून समुद्र अत्यंत अपुरा पडेल असे अलीकडे सिद्ध झाले आहे.

उदाहरणार्थ, किरणोत्सारी अपशिष्टाची समुद्रातील निस्तरण क्षेत्रे आतापावेतो सुरक्षित आहेत असे निष्कर्ष अलीकडे काढण्यात आले असतानासुद्धा विशेषतः पात्रांना होणाऱ्या संभाव्य हानीच्या संबंधात, भविष्य कालात पराकाष्टेची काळजी घ्यावी लागेल असा AEC ने इशारा दिला आहे. त्या कारणासाठी, टेक्सास राज्यातील हाउस्टनच्या औद्योगिक अपशिष्ट निगमाला परवाना देताना AEC ने इस्पितळ, संशोधन-सुविधा आणि उद्योग यांच्या किरणोत्सारी अपशिष्टांच्या निस्तरणासाठी समुद्राचा उपयोग करण्यास मोकळीक एकेकाळी नाकारली होती व परवान्याचा हा भाग रद्द केला होता.

मंद क्रियाशीलता असलेल्या द्रव अपशिष्टांच्या विल्हेवाटीकरता वापरण्यात येणारी सर्वसाधारण पद्धत एकत्रितपणे तनुकरण आणि विसरण करणे ही आहे. नैसर्गिकतया क्षय होऊन किरणोत्सारितेत घट होण्यास पुरेसा वेळ मिळावा म्हणून तनुकरणाच्या अगोदर (अपशिष्टाचे) तात्पुरते साठवण करावे लागेल. हे साठवण सामान्यपणे (Na^{22}, P^{32}, I^{131}) या क्षणजीवी समस्थानिकांच्या करताच मर्यादित केलेले असते. अतिमंद क्रियाशीलतेची द्रव अपशिष्टे घटित होण्यासाठी ती काही काळ रोखून ठेवण्यात येतात आणि नंतर ती नाल्यात सरळ सोडून देण्यात येतात. दर घन सेंटिमीटरला २० μc पेक्षा जास्त क्रियाशील संकेंद्रणे असलेली अपशिष्टे इतकी अति किरणोत्सारी आहेत की, ती तात्पुरती साठवण्याजोगी नाहीत, असे सामान्यपणे मानले जाते. तनुकरणाचा उपचार करून सोडून देता येईल अशा किरणोत्सारी अपशिष्टाच्या राशींवर काही व्यवहार्य मर्यादा पडतात. दर दशलक्ष गॅलन वाहितमालाच्या निःस्त्रावात प्रस्त्रावित करण्याच्या किरणोत्सारितेवर खालील मर्यादा असाव्यात अशी लायबरमन (१२५) ने शिफारस

केलीं आहे : (१) Sr^{90} अथवा Pu^{210}, एक मायक्रोक्यूरी, (२) ३० दिवसांपेक्षा कमी अर्ध-आयू असलेले कोणचेही किरणोत्सारी द्रव्य १०० मिलीक्यूरीज, (३) कोणचेही अन्य किरणोत्सारी द्रव्य १० मिलीक्यूरीज –



आकृति २६–५. द्रवरूप किरणोत्सारी अपशिष्टांच्या प्रक्रियाकरणातील टप्पे.

संकेंद्रण करून आणि पुरून घन अपशिष्टांचे तसेच उच्च पातळीवरील किरणोत्सर्गी द्रव अपशिष्टांचे उपचारण करणे ही सामान्य प्रथा असते. अपशिष्टाची राशि अल्प असेल तर अनुश्रवण (monitor), पॅकबंदी, परिवहन करणे आणि विल्हेवाट लावणे, तितक्याच क्रियाशील-

तेच्या अधिक मोठया राशीपेक्षा कमी अवघड असते. तथापि संकेंद्रणाच्या प्रक्रियेतून होणाऱ्या बचतीपेक्षा त्यावरील खर्च जास्त असता कामा नये. आ. २६–४ वरून (१) सहअवक्षेपण, (२) बाष्पन, आणि (३) आयन विनिमय ह्या संकेंद्रणाच्या तीन पद्धती अत्यंत विस्तृत प्रमाणात वापरण्यात येतात असे दिसून येते.

सहअवक्षेपण हे (अल्प संकेंद्रणामुळे) अन्यथा विलेय असलेल्या द्रव्याचे अविलेय अवक्षेपासह केलेले अवक्षेपण असते, अविलेय अवक्षेप, द्रावणातील किरणोत्सारी आयनांच्या सहअवक्षेपणासाठी, "अपमार्जक" (scavenger) अथवा "वाहक" (carrier) म्हणून काम देतो. अपमार्जनाच्या प्रक्रियेच्या वेळी धात्वीय हायड्रॉक्साईडच्या पुंजक्याचे अवक्षेपण होण्यापूर्वी मदत म्हणून pH ची क्षारीय अवस्था प्राप्त होईल असे समायोजन करण्यात येते. अधिद्रवाचे अवस्थापन झाल्यानंतर, अवमल काढून टाकण्यात येतो, पाठवणीकरिता पॅकबंद करण्यात येतो, आणि पुरून त्याची विल्हेवाट करण्यात येते. तथापि, पुरण्यापूर्वी अवमल सुकवून त्याचे आणखी संकेंद्रण करण्यात येते. सहअवक्षेपण केल्यामुळे २०० ते १००० पर्यंत विसंदूषण गुणक (decontamination factors) प्राप्त होतात व बाष्पनातून मिळालेल्या घटकापेक्षा ते कमी असतात हे जरी आपणास ठाऊक असले तरी या प्रक्रियेस बराच कमी खर्च येतो.

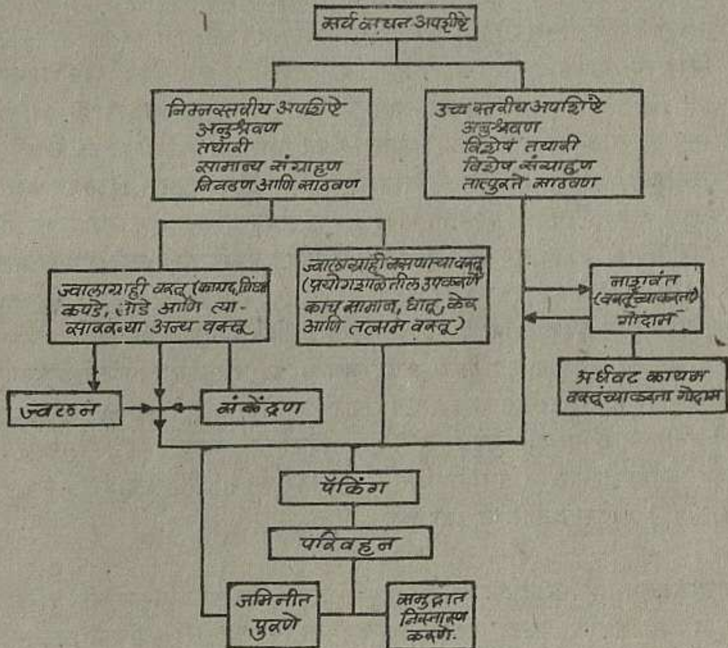
बाष्पन ही, मंद पातळीवर क्रियाशीलता असलेल्या मिश्र अपशिष्टयुक्त जल द्रावणांच्या संकेंद्रण-प्रक्रियांकरणाकरता जास्तीत जास्त उपयोगात आणली जात असलेली, विद्यमान प्रक्रिया आहे. अपशिष्टे उकळून निर्माण झालेली वाफ संघनित केली जाते आणि नंतर संघनक (condensate) मलवाहिनीत सोडून देण्यात येतो, मात्र त्यात ठळकप्रमाणात किरणोत्सारिता असता कामा नये. उच्च क्रियाशील संकेंद्रणात द्रव्य हे सामान्यतः थंड केल्यावर घट्ट होणारा अवमल असतो आणि तो अखेरीस पुरून टाकण्याकरता नंतर ५५ गॅलनच्या पॉलीथिलीनचे अस्तर असलेल्या पिपात स्थानांतरित करण्यात येतो फेस आणि प्रायमिंग व परिणामी पूर्वावशिष्टे (carry-over) निर्माण होतात आणि त्यामुळे परिचालनात अडचणी येतात. जरी बाष्पनाला खर्च फार येत असला तरी सामान्यतः ते फार परिणामकारक असते आणि त्यातून एक लक्ष ते दशलक्षापर्यंत विसंदूषण गुणक (decontamination factors) प्राप्त होतात.

अपशिष्टातील किरणोत्सारी आयनाच्या जागी विनिमयकातील स्थिर आयनांचा विनिमय करण्याची **आयन विनिमय** ही एक प्रक्रिया आहे. किरणोत्सारी अपशिष्टांचे संकेंद्रण करण्याकरता वापरण्यात येणारी आयनविनिमयाची धनायन विनिमय ही प्रधान क्रिया आहे. संश्लिष्ट रेझीन आणि मॉंटमॉरीलोनाईट मृत्तिका, ही दोन्हीही द्रव्ये विनिमयक म्हणून काम देतात, घनपदार्थांचे अल्प संकेंद्रण असलेल्या आणि किरणोत्सारितेची कमी पातळी दाखविणाऱ्या द्रावणांच्या लहान राशीच्या करता ही पद्धत साधारणपणे राखून ठेविण्यात आली आहे. ह्या अपशिष्टांबरोबर विनिमयक, त्यांचे पुनर्जनन करण्याची आवश्यकता निर्माण होण्यापूर्वी, बराच काळ वापरता येतात.

किरणोत्सारी घन अपशिष्टांवरील उपचार-

घन अपशिष्टांची, पुरून अथवा जर ती ज्वालाग्राही असतील तर दहन करून अथवा धात्विक असतील तर पुनः वितळून, विल्हेवाट लावावी. आ. २६-६ मध्ये घनपदार्थांवरील प्रक्रियेतील नमुनेदार टप्पे दिग्दर्शित केले आहेत.

पुरणे-ह्या देशात AEC अनेक पुरण्याच्या क्षेत्रांचे परिचालन करते. जागांची निवड करताना, कमाल सहनसीमा पातळीच्या खाली पर्यावरणीय धोके जितके कमी राहतील तितके कमी करावेत या एकमेव आवश्यक हेतूने AEC वाटचाल करते. सतत देखभाल करता आली पाहिजे व या क्षेत्राच्या सार्वजनिक वापरास अनेक पिढ्यापर्यंत बंदी घातली पाहिजे. (१) पुरण्याचे क्षेत्र १० एकरापेक्षा कमी असू नये, (२) तेथे सहज जाता आले पाहिजे, (३) संस्तरावरील



आकृति २६-६ घन किरणोत्सारी अपशिष्टांच्या प्रक्रियाकरणांतील टप्पे.

असंदाबित अवसादी भार १५ फुटापेक्षा जास्त असावा--२० फुटापेक्षा जास्त जाडी असणे अधिक पसंत, (४) अधिभार पुरेसा संसक्त (coherent) असावा. त्यामुळे पुरण्याच्या चराच्या बाजू अल्प काल खड्या अगर जवळ जवळ खड्या राहु शकतात; (५) भूजल-मार्गांपासून वा जवळपासच्या लोकवस्तीपासून पुरण्याची क्षेत्रे प्रत्यक्ष प्रवाहाच्या वरच्या दिशेस असू नयेत; असे AEC ने पुरण्याच्या क्षेत्राबद्दल नियम केले आहेत.

सामान्यपणे, किरणोत्सारी अपशिष्टे कुदळीने खोदलेल्या अरुंद खोल चरांत पुरण्यात येतात आणि अनेक फूट मातीने ते भरून घेऊन बुलडोझरने मातीचे संदाबन केले जाते. अपेक्षे- प्रमाणे (अपशिष्ट) भांड्यात पुरण्यास फार खर्च येतो आणि चर खोदण्यास येणाऱ्या खर्चाचाही विचार करावा लागतो. सध्या निस्तरण-समस्येचा मोठा वाटा, अपयुक्त विक्रियक-इंधनातील मूल द्रव्यांचा रासायनिक प्रक्रियेतून निर्माण झालेल्या अल्प राशीच्या उच्च पातळीवरील द्रव-अपशिष्टांच्या अंतिम निस्तरणाशी, संबंधित असतो. ज्या विभंजनपदार्थांच्या मिश्रणांतून ही अपशिष्टे निर्माण होतात त्या पदार्थांचे प्रभावी आयुष्य शेकडो वर्षांच्या परिमाणात असल्याने व भविष्य काळात अपशिष्टांच्या मोठ्या राशी सूचित होत असल्याने, (अपशिष्टे) टाक्यांतून साठवून ठेवण्याच्या विद्यमान प्रथेने ही समस्या कायमची सोडविता येईल असे मानण्यात येत नाही. रिचने (१६८) असे भाकित केले आहे की, मीठ काढून घेतलेल्या खाणीत अपेक्षित अपशिष्ट-उत्पादन साठवून ठेवण्यासाठी किमान शंभर वर्षापर्यंत पुरेशी जागा उपलब्ध होईल. न्यूयॉर्क, मिशिगान, ओहायओ आणि कान्सास ही राज्ये अशा प्रकारच्या निस्तरणाकरता आदर्श असून उपयुक्त आहेत. रिच आणि रोजर्स अशा निष्कर्षाप्रत आले आहेत की, उच्च पातळीच्या अपशिष्टांचे संकेंद्रण करून घनपदार्थात त्यांचे परिवर्तन करणे शक्य आहे आणि त्यासाठी दर गॅलनला १० सेंटपेक्षा जास्त खर्च येणार नाही. दर घ. फूट क्षमतेस ५० डॉलर किमतीत १/८ इंची अल्युमिनम-ब्रॉंझ पत्र्याची भांडी बनविता येतील. मीठ काढून घेतलेल्या खाणीतील साठव-णास फरशीच्या दर चौ.फु.स अदाजी १ डॉलर खर्च येईल. रिचने असा निष्कर्ष काढला आहे कीं, जर किरणोत्सारी अपशिष्टाचे संकेंद्रण करून अपक्षालन होणार नाही (nonleachable) असा घनपदार्थ बनविण्याची एकादी काटकसरीची पद्धत विकसित करण्यात यश मिळाले तर उच्च पातळीच्या अपशिष्टांच्या अंतिम सुरक्षित व काटकसरीच्या निस्तरणाकरता पृथःक्करणाची (isolation) व्यवस्था उपलब्ध होऊ शकेल.

अलीकडच्या अहवालानुसार अण्वीय अपशिष्टांची विल्हेवाट लावण्याची परिणामकारक, सुरक्षित, व कमी खर्चाची पद्धत, म्हणजे काचपात्रात किरणोत्सारी अपशिष्टे साठवून ठेवणे, ही असल्याचे दिसून येते. ब्रिटिश अणुशक्ति प्राधिकारिणीने हार्वेल येथे किरणोत्सारी अपशिष्ट द्रव्यांचे अविलेय कांचसदृश कणांत परिवर्तन करण्याची एक पद्धत विकसित केली आहे. संकेंद्रित

द्रवीय अपशिष्टांच्या नायट्रिक–अम्ल द्रावणात सिलिका व बोरॅक्सचे मिश्रण मिसळण्यात येते. त्यातील द्रवाचे बाष्पीभवन होईल आणि शेषभाग लालभडक होईल इतका तापून आणि सिंटर बनून, वितळून जाईपर्यंत त्या द्रावणावर उपचार करण्यात येतात. थंड झाल्यावर त्या वितळलेल्या शेषभागाची पूर्वनिर्धारित बनावटीची काच तयार होते. त्या कांचेत २० ते ३० टक्के अपशिष्ट–ऑक्सइड्स असतात.

ज्वालाग्राही अपशिष्टांचे **निर्दहन** (Incineration) मोठ्या प्रमाणावर करण्यात आलेले नाही, परंतु प्रयोग मात्र अनेक करण्यात आले आहेत. क्रियाशील अपशिष्ट-निर्दहनातील उपपदार्थ (स्टॅक गॅसेस व राख) सुद्धा किरणोत्सारी असतात जसजशी अणुशक्ति–प्रतिष्ठापनांत वाढ होत जाईल तसतशी किरणोत्सारी वायूंची समस्या बहुधा जास्त बिकट होईल. जेव्हा विंडस्केल (कबलँड, इंग्लंड) येथील नाभिकीय विक्रियक १० ऑक्टोबर १९५७ ला प्रमाणाबाहेर गरम होऊन २०० चौ. मैल क्षेत्रावर किरणोत्सारी आयोडीन–१३१ ओकू लागला (spewed) तेव्हा ही गोष्ट नाट्यमय रीतीने लक्षात आली. परिणामतः त्या क्षेत्रात उत्पादन केलेले सर्व दूध असुरक्षित असल्याचे जाहीर करण्यात आले, त्याची विक्री बंद करण्यात आली, आणि ते दूध फेकून देण्यात आले.

हवेतील संदूषण कमी करण्याकरता आणि/अथवा त्याचे निरसन करण्याकरता स्टॅक्समध्ये निस्यंदक, स्थिरविद्युत् अवक्षेपक, मार्जक (scrubbers) अवस्थापन कक्ष, निष्क्रियक अभिसंग्राहक (inertial collectors) अथवा आर्द्र अभिसंग्राहक वापरता येतात. किरणोत्सारी राख हाताळण्याकरता कामगारांनी ती श्वसनातून आत जाण्याचे अथवा संकेंद्रित किरणोत्सारी द्रव्याचा आपणांवर प्रत्यक्ष परिणाम होण्याचे टाळण्याची दक्षता घेतली पाहिजे. निर्दहनाने राशीची घट ५०:१ या प्रमाणापेक्षा जास्त होईल, पण संदूषण–नियंत्रणाची समस्या, तसेच उच्च प्रमाणातील प्राथमिक खर्च आणि परिचालनावरील खर्च, यांच्यामुळे घन–अपशिष्टाच्या उपचारणाच्या ह्या पद्धतीस फारसे उत्तेजन मिळत नाही.

सदुषित लोह आणि पोलाद प्रेरणभट्टी (induction furnace) मध्ये पुनः वितळवण्याने कांचमळ-तयार होतो व त्यातून नैसर्गिक युरेनियमच्या कच्च्या धातूच्या प्रक्रियेतून उद्भवणारा युरेनियमचा बराच मोठा भाग निघून जातो. वितळलेल्या पोलादातील किरणोत्सारी युरेनियमचा अंश ४० स १ या प्रमाणात कमी होतो.

वायुरूप किरणोत्सारी अपशिष्टांवरील उपचार–

वायुमंडलीय किरणोत्सारी संदूषकांचे, गॅसेस आणि विविक्त (particulate) द्रव्य असे असे दोन विभाग पाडता येतील. खाण कामातून आणि कच्च्या धातूवरील प्रक्रियांवरून,

आणि संदूषित ज्वालाग्राही पदार्थांच्या निर्दहनातून सुद्धा मुख्यतः या अपशिष्टांचा उद्भव होतो. उत्पत्तिस्थानापाशी किरणोत्सारी द्रव्यावर नियंत्रण ठेवण्याची मुख्य पद्धत जागेवर निकासी वातन (exhaust ventilation) करणे, ही आहे. जागेवरील निकास टोपी (exhaust-hood) ची अभिकल्पना किरणोत्सारी संदूषकांच्या हाताळणीलाही तितकीच लागू आहे. वातन-नियंत्रणाच्या लक्षणा (feastures) पासून किरणोत्सारी प्रयोगशाळांतील वातनाची लक्षणे (सिल्व्हरमन (१५)) सामान्यपणे खालील बाबतीत भिन्न असण्याची शक्यता असते :

(१) टोप्यांतून निकासी झालेल्या हवेच्या इतका पर्याप्त हवेचा पुरवठा केला पाहिजे.

(२) किरणोत्सारी प्रयोग शाळांतील वातनात हवेच्या पुनराभिसरणास परवानगी देता येणार नाही.

(३) ज्या प्रयोगशाळांत क्रियाशील द्रव्य हाताळले जाते तेथे निकटच्या क्रियाशील नसलेल्या रासायनिक अथवा भौतिक प्रयोगशाळा छन्नमार्ग (corridors), अथवा कार्यालयांच्या मानाने किंचित ऋणदाब ठेवणे आवश्यक असते.

(४) बाहेरून अथवा संदूषित न झालेल्या क्षेत्रातून नेहमी हवेचा पुरवठा केला पाहिजे.

(५) एकदम काम बंद झाले अथवा वीज बंद पडली तर निकास-वायु प्रवाहाची तरतूद करण्यासाठी पुरेसे उपमार्ग, काट रस्ते (cross-overs) ठेवले पाहिजेत आणि सहाय्यक उप-करणे बसविली पाहिजेत,

(६) उच्च प्रमाणात संदूषण झालेल्या क्षेत्रात वीज पुरवठ्यात अगर निकास व्यवस्थेत खंड पडला तर राखीव आणि आणीबाणीच्या वेळी चालविण्याची जोड व्यवस्था करणे आवश्यक असते.

(७) निकास नलिकांतील वायूंचा अभिसारी (converging) वेग द. मि. स. २००० फुटांपासून, जड धातूंच्या विविक्त द्रव्यांकरता द. मि. स ५००० फुटांपर्यंत असावा.

(८) हवा- आणि वायू- स्वच्छताकारक उपकरणे, अभिकल्पन-विसंदूषण-गुणक (design decontamination factors) पुरे करतील, अशी असावीत आणि देखभाल करणाऱ्या कामगार वर्गास अकारण विकिरणाचा धोका न पोहोचता त्या उपकरणांच्याकडे सहज जाता येईल आणि ती काढून घेता येतील अशी, बसविलेली असावीत. तसेच, उपकरणांवर बोधक (monitoring) साधने, आणि अखंड प्रतिरोधन अथवा दाबहानि निदर्शकांची वा नोंदकांची तरतूद करण्यात यावी.

काटकसरीच्या दृष्टीने, जेथे अनुज्ञेय असेल तेथे, किरणोत्सारी द्रव्यांच्या निस्तरणाकरता उंच स्टॅक्समधून मिळविलेल्या वायुमंडलीय व्यासारण (dispersion) आणि तनुकरणाचा

उपयोग करावा. खालील अन्य कार्यपद्धतीही कधीकधी वापरण्यात येतात : (१) अवरोधन कक्षात वायूंचे वातन करून ठेवणे; वातावरणात सोडण्यापूर्वी वायुक्षय होण्यासाठी पुरेशा काला-पर्यंत ते साठवून ठेवणे; (२) सामान्य अथवा अत्यंत असाधारण तपमानात वायूचे मार्जन करणे (scrubbing) आणि अधिशोषण (adsorption) करणे; (३) विशिष्ट द्रव्यावर अधिशोषण करणे; (४) त्यांची घनपदार्थांबरोबर विक्रिया (reaction) करणे; आणि (५) दहन आणि विशिष्ट प्रकारची विक्रिया करणे.

घन अपशिष्टांच्या निर्दहनातून (incineration) अथवा, दहनातून निर्माण झालेल्या वायूंच्यामुळे महत्वपूर्ण समस्या निर्माण होत नाही, कारण ह्या प्रक्रियांमुळे मोठ्या प्रमाणात किरणोत्सारी वायूंचा उद्भव होत नाही. जेथे वायू काळजी घेण्याची बाब बनतात आणि वातावरणात त्यांचें पुरेशा प्रमाणात तणुकरण होत नाही तेथें C^{14} अथवा S^{35}, यांच्यासाठी एथॅनॉल अमाईन मार्जक स्तंभांचा उपयोग करण्यात आला आहे. अणुशक्ति परिचालनातून उत्पन्न झालेल्या विविक्तांच्या (particulates) निष्कासनाकरता निष्क्रियक (inertial) अभिसंग्राहक, उच्च कार्यक्षमतेचे निस्यंदक अथवा स्थिरविद्युत् अवक्षेपकांचा उपयोग करण्यात येतो.

२६.५ किरणोत्सारी अपशिष्टांवरील उपचारणांचा खर्च–

वेगवेगळ्या जागेवरील किरणोत्सारी अपशिष्टांवर करावयाच्या उपचारांच्या खर्चांचा तपशील एलिसेन, लॉडरडेल, व सिल्व्हरमन (१५) यांनी खालीलप्रमाणे सादर केला आहे :

मोठ्या व्यासाचा चक्रवात (cyclone)	\$०.१०–\$०.२५ द. मि. स. द. घ. फु. स
निष्क्रिय मार्जक (यंत्रचलित)	\$०.१५–\$०.२५ द. मि. स. द. घ. फु. स
उच्च कार्यक्षमतेचे सेल्यूलोज ॲस्बेस्टॉस निस्यंदक	\$० ०४–\$०.०६ द. मि. स. द. घ. फु. स
एक टप्प्याचा स्थिर विद्युत् अवक्षेपक (precipitator)	\$०.५०–\$२ ०० द. मि. स. द. घ. फु. स
कोलोरॅडोतील रॉकी फ्लॅट्समधील घन अपशिष्टांची जागेपासून दूर विल्हेवाट करण्याच्या सुविधेवरील खर्च, एप्रिल १९५४ सप्टेंबर–१९५५	\$२.९५ द. हंड्रेडवेटास \$१.०२ द. घ. फू. स \$०.०८ दर टन मैलास† (७५० मैल)

† विल्हेवाटी करता एक मैल वाहून नेलेले एक टन घन अपशिष्ट

राष्ट्रीय विक्रियक चांचणी केन्द्रावरील किरणोत्सारी घन अपशिष्ट पुरण्यास येणारा अंदाजी खर्च, १९७५	$९.११ द. घ. यार्डास
चरांत संकेंद्रणित द्रव अपशिष्टें पुरण्यास येणारा अंदाजी भांडवली खर्च	$०.३७-$२.०० द. गॅ. स.
एकूण बाष्पनावरील खर्च खर्च (अँग्रोन राष्ट्रीय प्रयोग-शाळा)	$०.१२ दर गॅलनला
एकूण बाष्पनावरील खर्च (नॉल्स अणु-शक्ति प्रयोग शाळा)	$०.१३८ दर गॅलनला
लॉस ॲलॅमॉस अपशिष्ट उपचारण संयंत्रांवरील एकूण वार्षिक परिचालन खर्च	$५.८६ दर १००० गॅलनला
लॉस ॲलॅमॉस अपशिष्ट उपचारण संयंत्रांवरील प्राथमिक भांडवली खर्च प्रयोगशाळेतील सुविधा	$३५,००००

संदर्भ : किरणोत्सारी अपशिष्टे-

१ अँफ्लेट, सी., ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स न्यूयॉर्क : पॅर्गमॉन प्रेस, १९६१ पान २८९.

२ अॅट्किन्स, सी. एछ., 'ट्रीटमेंट ऑफ लिक्विड रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स,' स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभागाचे नियतकालिक, ८५, SA1, ६१ (जानेवारी १९५९).

३ 'अॅटॉमिक एनर्जी कमिशन, वेस्ट डिस्पोजल सिंपोझियम,' न्यूक्लिऑनिक्स, ४, ३, ९ (मार्च १९४९).

४ 'अॅटॉमिक एनर्जी प्रोग्रॅम,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, ८, १०५९ (ऑगस्ट १९५१).

५ 'अॅटॉमिक वेस्ट्स डिस्पोजल अॅड्स टू बायॉलॉजिकल हॅझार्डस ऑफ रेडिएशन.' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, २७, ८, ३७४ (ऑगस्ट १९५६).

६ आयर्स जे. ए., 'ट्रीटमेंट ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह वेस्ट बाय आयन एक्स्चेंज,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४३, ७, १५२६ (जुलै १९५१).

७ आयर्स, जें. ए., 'आयन एक्स्चेंज फॉर वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ९, १२१७ (सप्टेंबर १९५१).

८ आयर्स, जे. ए., 'दि फ्युएल सिच्यूएशन,' सायंटिफिक अमेरिकन, १९५, ४, ४३ (ऑक्टोबर १९५६).

९ बार्टन, जी. बी., आणि इतर, 'केमिकल प्रोसेसिंग वेस्ट्स–रिकव्हरिंग फिशन प्रॉडक्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री. ५०, २, २१३ (फेब्रुवारी १९५८).

१० बीडल, जी. डब्ल्यू., 'आयोनायझिंग रेडिएशन अँड दि सिटिझन,' सायंटिफिक अमेरिकन, २०१ (सप्टेंबर १९५९) पान २१९–२३१.

११ बियर्स, एन. आर., 'डिस्कशन,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ५; ७०३ (मे १९५१).

१२ बिड्वेल, आर. डब्ल्यू., 'ए बायॉलॉजिकल इन्व्हेस्टिगेशन ऑफ दि फेट ऑफ स्ट्रॉन्शियम इन ए डिफ्युज्ड फिल्टर बेड,' युनायटेड किंग्डम अणुशक्ति आयोग, IGR–६५८, १९५७.

१३ बिलॅडचू, ए. एल., ट्रिक्लिंग फिल्टर स्युवेज प्लँट बिल्ट टू रिमूव्ह रेडिओ अॅक्टिव्ह वेस्ट्स,' सिव्हिल इंजनिअरिंग, २३, ८, ५४६ (ऑगस्ट १९५३).

१४ बिलॅडचू, ए. एल., 'ट्रिक्लिंग फिल्टर फॉर वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, १२, १४८२ (डिसेंबर १९५३).

१५ ब्लॅट्झ हॅन्सन (संपादक) रेडिएशन हायजीन हॅंडबुक, न्यूयॉर्क : मॅक् ग्रॉ–हिल बुक कं, इन्कॉ., १९५९, प्रकरण २२.

१६ ब्ल्यू, ज. बी., 'डिस्पोजल ऑफ रेडिओ अॅक्टिव्ह वेस्ट्स बाय नॉन–अॅटॉमिक–एनर्जी–कमिशन यूजर्स,' न्यूक्लिऑनिक्स ५, २, २२ (ऑगस्ट १९४९).

१७ ब्लोमेक, जें. ओ., ई. डी. आर्नोल्ड, आणि ए. के. ग्रेस्की, 'कॅरॅक्टरिस्टिक्स ऑफ रिॲक्टर फ्युएल प्रोसेस वेस्ट्स,' पूर्वमुद्रित ४४, सत्र XVI, नाभिकीय अभियांत्रिकी आणि विज्ञान संमेलन (मार्च १७–२१, १९५८).

१८ ब्लोमेक, जे. ओ., ई. डी. आर्नोल्ड, आणि ए. के. ग्रेस्की, 'कॅरॅक्टरिस्टिक्स ऑफ रिॲक्टर फ्युएल प्रोसेस,' स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभागाचे नियतकालिक, ८५, SA2, १ (मार्च १९५९).

१९ ब्लोमेक, जे. ओ., आणि एम. एफ. टॉड 'U^{235} फिशन प्रॉडक्ट प्रॉडक्शन अॅज ए फंक्शन ऑफ थर्मल न्यूट्रॉन फ्लक्स इरॅडिएशन टाईम, अँड डीके टाईम,' यू एस. अणुशक्ति आयोग, ORNL–२१२७ (ऑगस्ट १९, १९५७).

२० बीग्ली, डब्ल्यू. जे., आर. एल. ब्रॅडशॉ, एफ. एम. एंप्सन, आणि एफ एल. पार्कर, 'डिस्पोजल फॉर रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट इन नॅचरल सॉल्ट–फील्ड एक्स्पेरिमेंट्स,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९६०) पान ५७७.

२१ ब्रॅकेट, टी. डब्ल्यू; आणि ओ. आर. प्लॅंकॅंक, 'रिमूव्हल ऑफ रेडिओ आयसोटोप्स फ्रॉम वेस्ट सोल्यूशन बाय सॉईल्स–सॉईल स्टडीज वुइथ कोनोस्वागा शेल,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९३३).

२२ ब्राउडर, एफ एन, 'लिक्विड वेस्ट डिस्पोजल अॅट ओकरिज,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४३, ७, १५०२ (जुलै १९५१).

२३ ब्राउडर, एफ एन; 'ओक रिज नॅशनल लॅबोरेटरी, लिक्विड वेस्ट डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ११, १४६३ (नोव्हेंबर १९५१).

२४ ब्रूस, एफ. आर; 'दि थोरेक्स प्रोसेस,' यू. एस. अणुशक्ति आयोग TID–७५३४, १८०–२२२ (मे २०, १९५७).

२५ बर्न्स, आर. एछ; 'डिस्पोजल ऑफ इंडस्ट्रियल अॅटॉमिक वेस्ट प्रॉडक्ट्स,' रासायनिक उद्योग संस्था, ३३ (१९५६) पान १४३.

२६ बरिस, एल. ज्यू; आणि आय. जी. डिलन, 'एस्टिमेशन ऑफ फिशन प्रॉडक्ट स्पेक्ट्रा इन डिश्चार्ज्ड फ्युएल फ्रॉम फास्ट रिॲक्टर्स,' यू. एस. अणुशक्ति आयोग ANL–५७४२ (जुलै १९५७).

२७ Bicrsbcenk, डब्ल्यू. एछ; 'हायड्रॉलॉजिकल आस्पेक्ट्स ऑफ रेडिओ ॲक्टिव्ह वेस्ट डिस्पोजल,' स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभागाचे नियतकालिक, ८४, SA ६, १८३५ (नोव्हेंबर १९५८).

२८ ब्यूट्रिको, एफ; 'मॅसॅच्युसेट्स जनरल हॉस्पिटल, डिस्पोजल स्टडी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, १, १२३ (जानेवारी १९५१).

२९ कार्टर, एम. डब्ल्यू; 'आयोडीन, रीॲक्टिव्ह, रिमूव्हल, बाय ट्रिक्लिंग फिल्टर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ५, ५६० (मे १९५३).

३० चॅड्विक, आर. सी; 'डिस्पोझिशन ऑफ एअरबोर्न रेडिओॲक्टिव्ह व्हेपर,' न्यूक्लिऑनिक्स, ११ ८, २२ (ऑगस्ट १९५३).

३१ चेंबरलेन, ए; 'बिहेवियर ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह आयोडीन अँड स्टॉन्शियम इन फुड,' अणुशक्तिच्या शांतता–उपयोगावरील समेलनाची कार्यवाही (१९५६) पान ३६०.

३२ ख्रिस्टेन्सन, सी. डब्ल्यू; 'रिमूव्हल ऑफ प्ल्युटोनियम फ्रॉम लॅबोरेटरी वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४३, ७, १५०९ (जुलै १९५१).

३३ ख्रिस्टेन्सन, सी. डब्ल्यू; 'प्ल्युटोनियम रिमूव्हल फ्रॉम लॅबोरेटरी वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ११, १४६३ (नोव्हेंबर १९५१).

३४ ख्रिस्टेन्सन, सी. डब्ल्यू; आणि इतर, 'रेडिओ अॅक्टिव्ह वेस्ट डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ७, ८६१ (जुलै १९५१).

३५ ख्रिस्टेन्सन, सी. डब्ल्यू; आणि इतर, 'लॅबोरेटरी स्टडीज ऑन रिमूव्हल ऑफ प्ल्युटोनियम फ्रॉम लाँड्री वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री ४३, ७, १५१६ (जुलै १९५१).

३६ कोट्स, एछ. बी., 'रिकव्हरी ऑफ स्पेंट फ्युएल ईज इंपॉर्टंट,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, २, ४९ (एप्रिल १९५७).

३७ कॉलमन, आर. डी; आणि एल. सिल्व्हरमन, 'कंट्रोल ऑफ रेडिओ अॅक्टिव्ह एअरबोर्न वेस्ट्स.' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, मे १९५३.

३८ 'कॉन्सेंट्रेशन ऑफ प्युरेक्स वेस्ट,' अपशिष्ट प्रक्रियाकरण विकास प्रकल्पावरील प्रगतीचा अहवाल, यू. एस. अणुशक्ति आयोग, BNL–२६६, (डिसेंबर १९५३).

३९ कावॅन, एफ; 'सेन्सिटिव्हिटी ऑफ दि इव्हॅपोरेशन मेथड ऑफ लिक्विड वेस्ट मॉनिटरिंग,' न्यूक्लिऑनिक्स, ७, ५, ३९ (नोव्हेंबर १९५०).

४० कॉउजर, के. ई., आणि आर. जे. मॉर्टन, 'रेडिओअॅक्टिव्ह कॉटॅमिनंट रिमूव्हल फ्रॉम वेस्ट वॉटर, इव्हॅल्युएशन ऑफ पर्फोर्मन्स,' स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभागाचे नियतकालिक, ८५, SA ३, ५५ (मे १९५९).

४१ कुल्ब्रेथ, एम. सी; 'रेडिओअॅक्टिव्ह कॉटॅमिनंट रिमूव्हल फ्रॉम वेस्ट वॉटर, इंजनिअरिंग डिझाईन फीचर्स,' स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभागाचे नियतकालिक, ८५, SA ३, ४१ (मे १९५९).

४२ क्युलर, एफ. एल; 'नोट्स ऑन फिशन प्रॉडक्ट वेस्ट्स फ्रॉम प्रपोज्ड पॉवर रिअॅक्टर्स,' ओकरिज राष्ट्रीय प्रयोगशाळेचा अहवाल CF ५५–४–२५ (१९५५).

४३ डेव्ही, एछ. जी; 'सम प्रॉब्लेम्स इन दि मेंटेनन्स ऑफ ए न्यूक्लिअर रिॲक्टर,' ब्रिटिश अणुशक्ति संमेलनाचे नियतकालिक, १ (१९५६) पान १७४.

४४ डेव्हिस, जे. जे; 'ॲक्यूम्युलेशन ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह सबस्टन्सेस इन ॲक्वेटिक फॉर्म्स,' अणुशक्तिच्या शांततामय उपयोगावरील संमेलनाची कार्यवाही, (१९५६) पान २८०.

४५ 'डिस्पोजल,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ६, ११०६ (जून १९४९).

४६ 'डिस्पोजल, ॲटॉमिक एनर्जी कमिशन इंटेरिम रेकमेंडेशन्स,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ४, ५७४ (एप्रिल १९५०).

४७ 'डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ३, ६०३ (मार्च १९४९).

४८ डन, सी. जी; 'ट्रीटमेंट ऑफ वॉटर ॲंड स्युवेज बाय आयोनायझिंग रेडिएशन,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ११, १२७७ (नोव्हेंबर १९५३).

४९ डन्स्टर, एछ. जे; 'प्रिलिमिनरी एस्टिमेट ऑफ सेफ डेली डिश्चार्ज ऑफ रेडिओ-ॲक्टिव्ह एफ्ल्युअंट,' अणुशक्तिच्या शांततामय उपयोगावरील संमेलनाची कार्यवाही, (१९५६) पान ४१९.

५० डन्स्टर, एछ. जे; 'दि डिस्पोजल ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह लिक्विड वेस्ट्स इंटू कोस्टल वॉटर्स,' अणुशक्तिच्या शांतताकालातील उपयोगांवरील यू. एन. आंतरराष्ट्रीय संमेलनाची कार्यवाही, १८, यू. एन. (१९५८) पान. ३९०.

५१ ईटन, एस. ई; आणि आर. जे. बोवेन,' डिकॉटॅमिनेबल सर्फेसेस फॉर मिलिक्यूरिक लेव्हल लॅबोरटरीज,' न्यूक्लिऑनिक, ८, ५, २७ (मे १९५१).

५२ एडेलमन, ए; 'सम पॉसिबल ॲप्लिकेशन्स ऑफ न्यूक्लिअर एनर्जी टू प्रॉब्लेम्स ऑफ डिस्पोजल ऑफ इंडस्ट्रियल वेस्ट,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९५८).

५३ एडन, जी. ई; जी. एछ. आय. एलिकन्स, आणि जी. ए. ट्रॅव्हेस्डेल, 'रिमूव्हल ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह सब्स्टन्सेस फ्रॉम वॉटर बाय बॉयॉलॉजिकल ट्रीटमेंट प्रोसेसेस,' ॲटॉमिक्स, ५ (मे १९५४).

५४ ईसेनबड, एम; 'दि ॲटॉमिक एनर्जी कमिशन फॉल आऊट मॉनिटरिंग नेटवर्क,' पूर्वमुद्रण १९२, रसायन अभियंत्यांची अमेरिकन संस्था (डिसेंबर १२, १९५५).

५५ ईसेनबड, एम; आणि हार्ले, 'रेडिओॲक्टिव्ह फॉल आऊट इन दी यू. एस.' सायन्स १२१, (मे १९५५) पान ६७७.

५६ एलिअॅसेन, आर; अॅटॉमिक वेस्टस-डिस्पोजल; इंटरनॅशनल प्रॉब्लेम,' जैवी अप-शिष्ट उपचारणावरील संमेलन, मॅनहटन महाविद्यालय, एप्रिल २०–२२, १९६०.

५७ एलिअॅसेन, आर; डब्ल्यू. जे. कॉफ्मन, आणि इतर, 'स्टडीज ऑन रेडिओ आयसोटोप्स, रिमूव्हल बाय वॉटर ट्रीटमेंट प्रोसेसेस,' अमेरिकन जलकार्य संस्थेचे नियतकालिक, ४३, ८, ६१३ (ऑगस्ट १९५१).

५८ एलिअॅसेन, आर; आणि आर. ए. लॉडर्डेल, 'रिमूव्हल ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह फॉल-आऊट फ्रॉम वॉटर बाय म्युनिसिपल वॉटर ट्रीटमेंट प्लँट्स,' यू. एस. अणुशक्ति आयोग, TID–७५१७, भाग १ अ, १९ (ऑक्टोबर १९५६).

५९ एलिअॅसेन, आर; आणि आर. ए. लॉडर्डेल, 'लिक्विड अँड सॉलिड वेस्ट डिस्पोजल,' हँडबुक ऑफ रेडिअेशन हायजीन. न्यूयॉर्क : मॅक्ग्रा–हिल बुक कं., इन्कॉ., १९५८, प्रकरण २१.

६० 'एस्टिमेटेड फ्यूचर पॉवर रिक्वायरमेंट्स फॉर दी युनायटेड स्टेट्स,' युनायटेड स्टेट्स संघीय ऊर्जा आयोग, १९५५.

६१ एट्झेल, जे. ई; 'अॅटॉमिक वेस्ट्स प्रॉब्लेम,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ४, १४८, १४९ (मार्च–एप्रिल १९५६).

६२ इव्हॅन्स, आर. डी; 'डिटर्मिनेशन ऑफ दि थोरियम कंटेंट ऑफ एअर अँड इट्स बेअरिंग्ज ऑन लंग कॅन्सर हॅझार्डस इन इंडस्ट्री,' जर्नल ऑफ इंडस्ट्रियल हायजीन, २२ (१९५७) पान ८९.

६३ फॉक, सी. एफ; 'रेडिओअॅक्टिव्ह लिक्विड वेस्ट डिस्पोजल फ्रॉम दि ड्रेस्डेन न्यू–क्लिअर पॉवर स्टेशन,' पुनर्मुद्रण १०२, सत्र XVI, नाभिकीय अभियांत्रिकी आणि शास्त्रीय संमेलन, मार्च १७–२१, १९५८.

६४ 'फेडरल रजिस्टर,' अणुशक्ति आयोग (मे १४, १९५७) पान ३३८९–३३९०.

६५ फिच, जे; 'रिपोर्ट फ्रॉम अॅब्रॉड. अॅटॉमिक एनर्जी वेस्ट्स,' वॉटर अँड स्युवेज वर्क्स, १०२, २, ८६ (फेब्रुवारी १९५५).

६६ फॉस्टर, आर. एफ; आणि जे. जे. डेव्हिस, 'अॅक्यूम्युलेशन ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह सब्स्टन्सेस इन अॅक्वेटिक फॉर्म्स,' युनायटेड नेशन्स, अणुशक्तीच्या शांततामय उपयोगावरील आंतरराष्ट्रीय संमेलनाची कार्यवाही, १३, प्रबंध २८०, जीनीव्हा (ऑगस्ट १९५५).

६७ गिफर्ड, एफ; 'मिटीरिऑलॉजिकल पॅरॅमीटर्स इन वेस्ट डिस्पोजल,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, TID–७५१७, भाग १ अ ५७ (ऑक्टोबर १९५६).

६८ ग्लॉयना, ई. एफ; 'रेडिओॲक्टिव्ह कॉंटॅमिनेटेड लॉन्ड्री वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, ६, ७७७ (जून १९५४); २६, ७, ८६९ (जुलै १९५४).

६९ गुडॉल, आर. एल; 'दि प्रोटेक्शन ऑफ वर्कर्स अगेन्स्ट आयोनायझिंग रेडिएशन,' ऑक्युपेशनल सेफ्टी अँड हेल्थ, ५ (१९५५) पान ६१.

७० गुडमन, ई. आय; 'सिलेक्शन अँड हॅंडलिंग ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह ट्रेसर फॉर स्टडीइंग स्युवर डिस्ट्रिब्यूशन,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ५०. २, २१० (फेब्रुवारी १९५८).

७१ गॉर्मन, ए. ई; 'न्यूक्लिअर फिशन ऑपरेशन्स अँड दि सॅनिटरी इंजनिअर,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २१, १, ६३ (जानेवारी १९४९).

७२ गॉर्मन, ए. ई; 'सॅनिटरी इंजनिअरिंग अँड वेस्ट डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स इन दि ॲटॉमिक एनर्जी इंडस्ट्री,' ६ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, फेब्रुवारी १९५१.

७३ गॉर्मन, ए. ई; 'डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स रिव्ह्यू,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ६, ८०८ (जून १९५२).

७४ गॉर्मन, ए. ई; 'डिस्पोजल वेस्ट्स फ्रॉम ॲटॉमिक एनर्जी इंडस्ट्री,' वेस्ट्स इंजनिअरिंग, २४, १०, ५२८ (ऑक्टोबर १९५३).

७५ गॉर्मन. ए. ई; 'डिस्पोजल ऑफ ॲटॉमिक एनर्जी वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४५, १२, २६७२ (डिसेंबर १९५३).

७६ गॉर्मन, ए. ई; 'वेस्ट डिस्पोजल ॲज रिलेटेड टू साईट सिलेक्शन,' रसायन अभियंत्यांच्या अमेरिकन संस्थेची कार्यवाही (डिसेंबर १२, १९५५) पान ३.

७७ गॉर्मन, ए. ई; 'सॅनिटरी इंजनिअरिंग ऑब्जेक्टिव्हज इन दी ॲटॉमिक एनर्जी इंडस्ट्री,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, TID-७५१७, भाग १ अ ४ (ऑक्टोबर १९५६)

७८ गॉर्मन, ए. ई; आणि ए. नॉल्मन, 'न्यूक्लिअर फिशन ऑपरेशन्स अँड दि सॅनिटरी इंजनिअर,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २१, १, ६३ (जानेवारी १९४९).

७९ ग्रुन, डब्ल्यू. एन; 'रेडिऑलॉजिकल लॅबोरेटरी,' मॉडर्न सॅनिटेशन, मे १९५०.

८० ग्रुन, डब्ल्यू; 'स्टडीज ऑफ दि इफेक्ट ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह फॉस्फरस ऑन बायोकेमिकल ऑक्सिडेशन ऑफ स्युवेज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, २, १४१ (फेब्रुवारी १९५१).

८१ ग्रुन, डब्ल्यू. एन; 'सॅनिटरी इंजनिअरिंग लॅबोरेटरी डिझाईन टू परमिट यूज ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह आयसोटोप्स,' न्यूक्लिऑनिक्स, ९, २, ५९ (ऑगस्ट १९५१).

८२ ग्रुन, डब्ल्यू. एन; 'रेडिओॲक्टिव्ह इफेक्टस ऑन दि BOD ऑफ स्युवेज,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ८, ८८२ (ऑगस्ट १९५३).

८३ हॅन्सन, डब्ल्यू. सी; 'रेडिओॲक्टिव्हिटी इन टेरेस्ट्रियल ॲनिमल्स निअर ॲन ॲटॉमिक एनर्जी साईट,' अणुशक्तीच्या शांततामय वापरावरील संमेलनाची कार्यवाही (१९५६) पान २८१.

८४ हार्मसन, आर. एछ; 'इफेक्ट्स ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह सब्स्टन्स ऑन स्लज डायजेशन,' इलिनॉइस विश्वविद्यालयाचे परिपत्रक ४४१, जानेवारी १९५७.

८५ हार्वर्ड, ई. डी; 'ॲक्सिडंट प्रिपेअर्डनेस इन रीॲक्टर वेस्ट ट्रीटमेंट,' स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभागाचे परिपत्रक ८६, SA ४, १ (जुलै १९६०).

८६ हॅच, एल. पी; 'प्रोसेस फॉर हाय-लेव्हल रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट डिस्पोजल,' युनायटेड स्टेट्स नॅशनल ब्यूरो ऑफ स्टॅंडर्डस हॅंडबुक (१९५४) पान ५८.

८७ हॅच, एल. पी; जे. जे. मार्टीन, आणि डब्ल्यू. एस. गिमेल,' अल्टिमेट डिस्पोजल ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, BNL–१७८१ (फेब्रुवारी १९५४).

८८ हॅच, एल. पी; डब्ल्यू. एछ. रॅंजेन, बी. मॅनोविट्झ, आणि एफ. हिट्मन, 'प्रोसेसेस फॉर हाय-लेव्हल ॲक्टिव्ह वेस्ट डिस्पोजल,' अणुशक्तीच्या शांततामय वापरावरील आंतरराष्ट्रीय ८ अ संमेलन, जिनीव्हा (येथे वाचलेला) प्रबंध ५५३ (ऑगस्ट १९५५).

८९ हेनर, जे. एछ; 'ॲटॉमिक एनर्जी इंडस्ट्री,' इंडस्ट्रियल ॲंड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ४७२ (मार्च १९५२).

९० हेनर, जे. एछ; 'वेस्ट ट्रीटमेंट स्टेट्स,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स २४, ११, १४४२ (नोव्हेंबर १९५२).

९१ हेंब्री, एछ. जी; 'ॲटॉमिक एनर्जी कमिशन सेफ्टी रिसर्च प्रोग्रॅम रीॲक्टर डिझाईन फॅक्टर्स,' इंडस्ट्रियल ॲंड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ५१, १, ८२ अ (जानेवारी १९५९).

९२ हर्मन, ई. आर; आणि ई. आर. ग्लॉयना, 'समरी ऑफ इन्व्हेस्टिगेशन्स ऑफ दि रिमूव्हल ऑफ रेडिओ आयसोटोप्स फ्रॉम वेस्ट वॉटर बाय ऑक्सिडेशन पॉंड्स,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, TID–७५१७, भाग १ अ, २७ (ऑक्टोबर १९५६).

९३ हेरॉय, डब्ल्यू. बी; 'डिस्पोजल ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स इन सॉल्ट कॅव्हिटीज,' राष्ट्रीय संशोधन मंडळासाठी तयार केलेला अहवाल, जुलै २७, १९५६.

९४ हेरिंग्टन, ए. सी; 'इकॉनॉमिक इव्हॅल्युएशन ऑफ पर्मनंट डिस्पोजल ऑफ रेडिओ-ॲक्टिव्ह, वेस्ट्स,' न्यूक्लिऑनिक्स, ११, ९, ३४ (सप्टेंबर १९५३).

९५ 'हॉस्पिटल वेस्ट्स, स्टडीज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ९, ११२२ (सप्टेंबर १९५१).

९६ इंगर्सोल, एल. आर; ओ. जे. झोबेल, आणि ए. सी. इंगर्सोल, हीट कंडक्शन, मॅडिसन, व्हिस्कॉ; व्हिस्कॉन्सिन मुद्रणालयाचे विश्वविद्यालय, १९५४, पान २४५.

९७ आयरिश, ई. आर; आणि डब्ल्यू. एछ रीज, 'दि प्युरेक्स प्रोग्रेस-ए सॉल्व्हंट एक्स्ट्रॅक्शन रीप्रोसेसिंग मेथड फॉर इरॅडिएटेड युरेनियम,' उद्दीप्त (Irradiated) इंधनाच्या पुनःप्रक्रिया करणावरील परिसंवाद, ब्रुसेल्स, बेल्जियम, युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग-TID-७५३४ (मे २०-२५, १९५७) पान ८३-१०६.

९८ आयर्व्हिन, ए. ई; सॉल्ट, ॲन इंडस्ट्रियल पोटेंशियल फॉर कान्सास,' कान्सास संशोधन प्रतिष्ठानाचे विश्वविद्यालय, लॉरेन्स, कान्सास, १९५१.

९९ जॅक्सन, एन. पी; 'ॲटॉमिक एनर्जी अँन्ड दि अमेरिकन इकॉनमी,' जर्नल ऑफ अमेरिकन वॉटर वर्क्स असोसिएशन, ४७ (१९५५) पान ११३९.

१०० जेन्सन, जे. एछ; 'नॅशनल कमिटी ऑन रेडिॲशन प्रोटेक्शन,' इंडस्ट्रियल ॲन्ड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४३, ७, १४९९ (जुलै १९५१).

१०१ जेन्सन, जे. एछ; 'रेडिॲशन प्रोटेक्शन, नॅशनल कमिटी ॲक्टिव्हिटीज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ११, १४६३ (नोव्हेंबर १९५१).

१०२ जोन्के, ए. ए; 'ए फ्लुइडाईझ्ड-बेड टेक्नीक फॉर ट्रीटमेंट ऑफ ॲक्वियस न्युक्लियर वेस्ट्स बाय कॅल्सिनेशन टू ऑक्साईड्स,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, TID-७५१७, भाग १ ब, ३७४ (ऑक्टोबर १९५६).

१०३ जोसेफ, ए. बी; 'दि स्टेट्स ऑफ लँड डिस्पोजल ऑफ ॲटॉमिक रीॲक्टर वेस्ट्स,' पुनर्मुद्रित १८५, रसायन अभियंत्याची अमेरिकन संस्था, डिसेंबर १९५५.

१०४ काहन, बी; आणि एस. रेनॉल्ड्स, 'डिटर्मिनेशन ऑफ रेडिओन्यूक्लाइड्स इन लो कॉसेंट्रेशन्स ऑफ वॉटर,' अमेरिकन जलकार्य संस्थेच्या नियतकालिकातून पुनर्मुद्रण केले, ५०, ५, ६१३ (मे १९५८).

१०५ केनडी, डब्ल्यू. जे; 'डिस्पोजल ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ४, ३, ४४ (मे ११५९).

१०६ केनी, ए. डब्ल्यू; 'दि बिहेवियर ऑफ रेडिओ आयसोटोप्स इन स्युवेज ट्रीटमेंट,' सिव्हिल अभियंत्यांच्या संस्थेची कार्यवाही, ७, (१९५७) पान ३२६.

१०७ केनी, ए. डब्ल्यू; 'रेडिओॲक्टिव्ह डिस्चार्ज टू स्युवर्स अँन्ड रिव्हर्स,' वाहितमल शुद्धीकरण संस्था, वार्षिक संमेलन, जून १९५७.

१०८ किट्रेल, एफ. डब्ल्यू; 'रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट डिस्पोजल टू पब्लिक स्युवर्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ८, ९८५ (ऑगस्ट १९५२).

१०९ कॉल्टझबॅच, आर. जे; 'प्रॉब्लेम्स इन रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स डिस्पोजल,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ५, १, २१ (जानेवारी–फेब्रुवारी १९६०).

११० क्रीगर, एछ. एल; ए. एस. गोल्डिन, आणि सी. एस. स्ट्रॅास, 'लॅबोरेटरी स्टडीज ऑफ रिमूव्हल अँड सेग्रिगेशन ऑफ फिशन प्रॉडक्ट्स फ्रॉम रीॲक्टर वेस्ट्स,' जल प्रदूषण नियंत्रण संघाचे नियतकालिक ३२, ५, ४९५ (मे १९६०).

१११ Krumholz, एल. ए; 'ए समरी ऑफ फाइंडिंग्ज ऑफ दि इकॉलजी ऑफ व्हाईट ओक क्रीक,' टेने; युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, ORO–१३२ (१९५४).

११२ क्यूनिन, आर पी; 'आयन एक्स्चेंज इन दि ॲटॉमिक एनर्जी प्रोग्रॅम,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री ४८, ८, ३०अ (ऑगस्ट १९५६).

११३ लेसी, डब्ल्यू. जे; 'वॉटर डीकॉंटॅमिनेशन वुइथ क्ले स्लरी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २६, १०, १३०५ (ऑक्टोबर १९५४).

११४ लॅकी, जे. बी; 'टर्बिडिटी इफेक्ट्स इन नॅचरल वॉटर्स इन रिलेशन टू ऑर्गेनिझम्स अँड दि अपटेक ऑफ रेडिओ आयसोटोप्स,' ६ वे ओंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५९) पान ३७.

११५ लॅंगफर्ड, जे एम; 'हियर ईज ए न्यू वेस्ट प्रॉब्लेम–दि रॉकेट प्रॉपल्शन इंडस्ट्री,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, २, ४२ (मार्च–एप्रिल १९५७).

११६ ल पॉईंट, जे. आर; डब्ल्यू. जे. Hahn, आणि ई. डी. हार्वर्ड, ज्यू; 'वेस्ट ट्रीटमेंट अँट दि शिपिंगपोर्ट रीॲक्टर,' स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभागाचे नियतकालिक, ८६, SA ३, १२९ (मे १९६०).

११७ लॉडर्डेल, आर. ए; 'डीकॉंटॅमिनेशन ऑफ स्मॉल व्हॉल्यूम ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह वॉटर,' न्यूक्लिऑनिक्स, ८, ५, २१ (मे १९५१).

११८ लॉडर्डेल, आर. ए; 'ट्रीटमेंट ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह वॉटर बाय फॉस्फेट प्रेसिपिटेशन,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४३, ७, १५३८ (जुलै १९५१).

११९ लॉडर्डेल, आर. ए; आणि ए. एछ एमॉन्स, 'ए मेथड ऑफ डीकाँटॅमिनेटिंग स्मॉल व्हॉल्युम्स ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, १०, १३२२ (ऑक्टोबर १९५२).

१२० लॉरोस्की, एस; आणि एम. लेव्हेन्सन, 'रेडॉक्स प्रोसेस–ए सॉल्व्हंट एक्स्ट्रॅक्शन रीप्रोसेसिंग मेथड फॉर इरॅडिअेटेड युरेनियम,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, TID–७५३४, ४५–६८, (मे २०, १९५७).

१२१ लेविस, सी. जे; ट्रीटमेंट ऑफ युरेनियम मिल वेस्ट्स,' १४ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, मे १९५९.

१२२ लेविस, सी. जे; 'इफेक्ट्स प्रोड्यूस्ड फ्रॉम गामा रे,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४९, ७, ११९७ (जुलै १९५७).

१२३ लव्ह, एस. के. 'नॅचरल रेडिओॲक्टिव्हिटी ऑफ वॉटर,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ९, १२१७ (सप्टेंबर १९५१).

१२४ लेबर्मन, जे. ए; 'डिस्पोजल ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स-ए ग्रोइंग प्रॉब्लेम,' सिव्हिल इंजनिअरिंग, २५, ७, ४४ (जुलै १९५५).

१२५ लेबर्मन, जे. ए; 'इंजनिअरिंग आस्पेक्ट्स ऑफ दि डिस्पोजल ऑफ रेडिओ–ॲक्टिव्ह वेस्ट्स फ्रॉम पीस टाईम ॲप्लिकेशन ऑफ न्यूक्लिअर टेक्नॉलजी,' सार्वजनिक स्वास्थ विषयक अमेरिकन नियतकालिक, ४७, ३ (मार्च १९५७).

१२६ लेबर्मन, जे. ए; आणि ए. ई गॉर्मन, 'ट्रीटमेंट अँड डिस्पोजल ऑफ ॲटॉमिक एनर्जी इंडस्ट्री वेस्ट्स,' अमेरिकन सिव्हिल अभियंत्यांच्या संस्थेची कार्यवाही, ८० स्वतंत्र क्र. ४२२ (मार्च १९५४).

१२७ लॅकी, जे. बी; 'मायक्रॉस्कॉपी इन रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट ट्रीटमेंट बाय डायल्यूशन,' राष्ट्रीय नाभिकीय संस्था, ॲटलांटाच्या संमेलनातील प्रबंध, एप्रिल १२, १९५७.

१२८ लंड्ग्रेन, डी; 'इफेक्ट ऑफ रेडिअेशन ऑन सेल्स अँड देअर बॅक्टीरियल एंझाइम्स,' सायरॅक्यूज विश्वविद्यालयीन सिव्हिल अभियांत्रिकी चर्चासत्र (seminar), १९६०.

१२९ मॅक् बे. टी. एन; आर. एल. हॅम्नर, आणि एम. पी. हेडॉन, फिक्सेशन ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स इन क्ले फ्लक्स मिक्सेस,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, TID–७५१७, भाग १ ब, ३३५ (ऑक्टोबर १९५६).

१३० McCullough, जी. ई; 'कॉंसेंट्रेशन ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह लिक्विड वेस्ट बाय इव्हॅपोरेशन,' इंडस्ट्रियल ॲंड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४३, ७, १५०५ (जुलै १९५१).

१३१ McCullough, जी. ई; 'कॉंसेंट्रेशन बाय इव्हॅपोरेशन,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ११, १४६३ (नोव्हेंबर १६५१).

१३२ मॅक् के, एछ. ए; 'सेफ्टी क्रायटेरिया इन रेडिओॲक्टिव्ह वॉटर मॉनिटरिंग,' न्यूक्लिऑनिक्स, ५, २, १२ (ऑगस्ट १९४९).

१३३ मॅक् के, एछ. ए सी; आणि जी. एन. वॉल्टन, 'वॉटर क्वालिटी क्रायटेरिया, मॉनिटरिंग,' स्युवेज ॲंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १, १४४ (जानेवारी १९५०).

१३४ मॅक इंटॉश, ए. डी; 'दि रेडिओ केमिकल लॅबोरेटरी, ॲन आर्किटेक्चरल ॲप्रोच,' न्यूक्लिऑनिक्स, ५, ५, ४८ (नोव्हेंबर १९४९).

१३५ मॅक्वे, टी. जे; 'हाय–लेव्हल रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट डिस्पोजल प्रोब्लेम,' रसायन अभियंत्यांच्या अमेरिकन संस्थेची कार्यवाही, डिसेंबर १२, १९५५.

१३६ मार्ले, डब्ल्यू. जी; 'प्रॉब्लेम्स ऑफ वेस्ट डिस्पोजल इन दी वाईड–स्केल यूज ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह आयसोटोप्स,' युनेस्को संमेलन, १९५७.

१३७ मॉसन, सी. ए; 'रिपोर्ट ऑफ वेस्ट डिस्पोजल सिस्टिम्स ॲट चॉक रिव्हर,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, CRB–६५८ (१९५६).

१३८ 'मॅक्सिमम पर्मिसिबल अमाउंट्स ऑफ रेडिआ आयसोटोप इन दि ह्यूमन बॉडी, ॲंड मॅक्सिमम पर्मिसिबल कॉंसेंट्रेशन्स इन एअर ॲंड वॉटर,' नॅशनल ब्यूरो ऑफ स्टॅंडर्डस हॅंड-बुक, ५२, युनायटेड स्टेट्स शासकीय मुद्रण कार्यालय, वॉशिंग्टन, डी. सी. १९५३.

१३९ 'मॅक्सिमम पर्मिसिसिबल रेडिअेशन एक्स्पोजर्स टू मॅन,' ५९ व्या नॅशनल ब्यूरो ऑफ स्टॅंडर्डस हॅंडबुकमध्ये समाविष्ट करावयाचा मजकूर, युनायटेड स्टेट्स शासकीय मुद्रण कार्यालय, वॉशिंग्टन, डी. सी; १९५७.

१४० मेडिन, ए. एल; 'न्यूक्लिअर वेस्ट्स, फ्रॉम स्मॉल पॉवर रीॲक्टर्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, १, ८, २७८ (नोव्हेंबर-डिसेंबर १९५६).

१४१ मेडिन, एल; 'आर्मी पॅकेज पॉवर रीॲक्टर वॉटर ट्रीटमेंट ॲंड वेस्ट डिस्पोजल,' इंडस्ट्रियल ॲंड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ५०, ७, ९८१ (जुलै १९५८).

१४२ 'मिटीरिऑलॉजी ॲंड ॲटॉमिक एनर्जी,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, एईसीयू, ३०६६ (१९५५).

१४३ मिलर, एछ. ए; आणि इतर, 'सर्व्हे ऑफ रेडिओअँक्टिव्ह वेस्ट डिस्पोजल प्रॅक्टिसेस,' न्यूक्लिऑनिक्स, १२, १, ६८ (जानेवारी १९५४).

१४४ 'मॉनिटरिंग, मेथड्स अँड इन्स्ट्रुमेंट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ११, १४४६ (नोव्हेंबर १९५२).

१४५ मॉर्गन, जी. डब्ल्यू; 'सर्व्हेइंग अँड मॉनिटरिंग ऑफ रेडिअेशन फ्रॉम रेडिआ आयसोटोप्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, १, १४४ (जानेवारी १९५०).

१४६ मॉर्टलंड, एछ. एस; 'जनरल व्ह्यू ऑफ हॅझार्डस कॉज्ड बाय इंजेशन ऑफ ल्युमिनस पेंट,' अमेरिकन भीषक् संस्थेचे नियतकालिक, ९२ (१९२९), पान ४६६.

१४७ न्यूवेल, जे. एफ; आणि सी. डब्ल्यू. ख्रिस्टेन्सन, 'रेडिओअॅक्टिव्ह वेस्ट डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ७, ८६१ (जुलै १९५१).

१४८ न्यूवेल, जे. एफ; आणि इतर, 'प्ल्युटोनियम, रिमूव्हल फ्रॉम लॉन्ड्री वेस्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ११, १४६४ (नोव्हेंबर १९५१).

१४९ ओडम, ई. पी; 'कन्सिडरेशन ऑफ दि टोटल एन्व्हायरनमेंट इन पॉवर रिॲक्टर वेस्ट डिस्पोजल,' अणुशक्तीच्या शांततामय वापरावरील यू. एन. संमेलनाची कार्यवाही, युनायटेड स्टेट्स, ४८०, जिनीव्हा (१९५५).

१५० ओफेल, आय. एल; 'दि डिस्पोजल ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह वेस्ट्स,' २ रे आँटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९५५) पान ८३–८६.

१५१ ओफेल, आय. एल; 'रीसेंट डेव्हलपमेंट्स इन दि हँडलिंग ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह वेस्ट्स, ७ वे ओंटॅरिओ औद्योगिक अपशिष्ट संमेलन (जून १९६०) पान १७.

१५२ पॅलॅंज, आर. सी; 'रेडिओ ॲक्टिव्हिटी ॲज ए फॅक्टर इन स्ट्रीम पोल्यूशन, रसायन अभियंत्यांच्या अमेरिकन संस्थेची कार्यवाही (डिसेंबर १२, १९५५) पान १९०.

१५३ पार्कर, एछ. एम; 'हेल्थ प्रोटेक्शन इन केमिकल प्रोसेसिंग प्लँट्स,' अणुशक्तीच्या शांततामय वापरावरील संमेलनाची कार्यवाही (१९५६) पान ३५४.

१५४ पार्कर, एछ. एम; 'रेडिओअँक्टिव्ह वेस्ट मॅनेजमेंट ऑपरेशन्स ॲट दि हॅनफोर्ड प्लँट,' अणुशक्तीवरील जोडसमितीची सुनावणी, खंड I (१९५९) पान ३९४.

१५५ पार्कहर्स्ट, जे. डी; 'हँडलिंग रेडिओअॅक्टिव्ह वेस्ट्स इन स्युवर्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ८, १०७३ (ऑगस्ट १९५०).

१५६ पॅट्रिक, डब्ल्यू. ए; 'यूज ऑफ आर्टिफीशिअल क्लेज फॉर रिमूव्हल अँड फिक्सेशन ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह न्यूक्लाईड्स,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग. TID–७५१७ भाग १ ब, ३६८ (ऑक्टोबर १९५६).

१५७ पिअर्स, पी. डब्ल्यू; आणि जे, एफ. हॉन्स्टेड. 'रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट डिस्पोजल ॲट हॅन्फोर्ड, १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट समेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, मे १९५८.

१५८ फॅलेन, डब्ल्यू. सी; 'सॉल्ट रिसोर्सेस ऑफ दि युनायटेड स्टेट्स,' युनायटेड स्टेट्स भूविज्ञानविषयक सर्वेक्षण, परिपत्रक क्र. ६६९, १९१९.

१५९ पॉवेल, सी. सी; आणि एछ. एल. अँड्र्यूज, 'सी डिस्पोजल,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ३, ३१३ (मार्च १९५३).

१६० 'प्रोग्रेस रिपार्ट, जॉन्स हॉप्किन्स युनिव्हर्सिटी, सॅनिटरी इंजनिअरिंग डिपार्टमेंट, 'स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, १, १२२ (जानेवारी १९५१).

१६१ 'प्रोव्हिजनल रिपोर्ट ऑन रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स डिस्पोजल टू दि सी,' आंतरराष्ट्रीय अणुशक्ति संस्था (agency), व्हिएन्ना, जुलै १९५९.

१६२ 'रेडिओ आयसोटोप्स, बिब्लियॉग्राफी,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ४, ६७३ (एप्रिल १९४९).

१६३ 'रेडिओ आयसोटोप्स. पर्मिसिबल कॉन्सेंट्रेशन; हँडबुक,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्टस, २५, ११, १३६७ (नोव्हेंबर १९५३).

१६४ रीडिंग, एल. एम; आणि इतर, लॉन्ड्री वेस्ट, रेडिओॲक्टिव्ह, अक्टिव्हेटेड स्लज ट्रीटमेंट,' स्युवेज ॲड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, १२, १४१४ (डिसेंबर १९५३).

१६५ रेन, सी. ई; 'अल्टिमेट डिस्पोजल ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह रीॲक्टर वेस्ट्स इन दि ओशन्स,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, TID–७५१७, भाग १ अ, (ऑक्टोबर १९५६).

१६६ ऱ्हेम, जी, ए; 'न्यूक्लिअर फिशन ऑपरेटर्स अँड दि वेस्ट ट्रीटमेंट ऑपरेटर,' स्युवेज वर्क्स जर्नल, २२, ११, १४०४ (नोव्हेंबर १९५०).

१६७ राईस, टी. आर; 'ॲक्यूम्युलेशन अँड एक्स्चेंज ऑफ स्ट्रॉन्शियम बाय मरीन प्लँक्टॉनिक अल्गी,' सरसी जीवविज्ञान (limnology) आणि समुद्रविज्ञान, १, १ (जानेवारी १९५६).

१६८ रिच, सी. जी; 'दि डिस्पोजल ऑफ हाय-लेव्हल रेडिओअॅक्टिव्ह वेस्ट्स इन सॉल्ट फॉर्मेशन्स,' १३ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पडर्यू विश्वविद्यालय (मे १९५८) पान ५८१.

१६९ रॉजर, डब्ल्यू. ए; 'रेडिओअॅक्टिव्ह वेस्ट-ट्रीटमेंट, यूज, डिस्पोजल,' केमिकल इंजनिअरिंग प्रोग्रेस, ५० (मे १९५४) पान २६३.

१७० रॉजर, डब्ल्यू. ए., आणि पी. फिनेमन,' 'ए कंप्लीट वेस्ट डिस्पोजल सिस्टीम फॉर ए रेडिओ केमिकल लॅबोरेटरी,' न्यूक्लिऑनिक्स, ९, ६, ५१ (डिसेंबर १९५१).

१७१ रॉजर, डब्ल्यू. ए., आणि पी. फिनेमन, 'अल्टिमेट डिस्पोजल ऑफ रेडिओ-अॅक्टिव्ह वेस्ट्स,' रासायनिक प्रक्रियाकरणावरील परिसंवादाकरता सादर केलेला प्रबंध, ब्रुसेल्स, बेल्जियम, मे १९५७.

१७२ रॉजर, डब्ल्यू. ए; पी. फिनेमन, आणि एछ. जी. स्वोप, 'डिस्पोजल ऑफ रेडिओ-अॅक्टिव्ह वेस्ट अॅट ॲर्गोन नॅशनल लॅबोरेटरी,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही पडर्यू विश्वविद्यालय, मे १९५३.

१७३ Ruchhoft, सी. सी; 'बायॉलॉजिकल ट्रीटमेंट मेथड्स, पॉसिबिलिटीज ऑफ डिस्पोजल ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह, वेस्ट्स,' स्वुवेज अॅड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ५, ८७७ (मे १९४९).

१७४ Ruchhoft, सी. सी; 'डिस्पोझिशन ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह सोर्सेस,' मिशिगान विश्वविद्यालयातील व्याख्यान, फेब्रुवारी ५, १९५१.

१७५ Ruchhoft, सी. सी; अक्टिव्हेटेड स्लज फॉम फुड्स फॉर ट्रीटमेंट ऑफ रेडिओ-अॅक्टिव्ह वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अॅड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४३, ७, १५२० (जुलै १९५१).

१७६ Ruchhoft, सी. सी; 'एस्टिमेट ऑन दी कॉसेंट्रेशन्स ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह आयोडीन इन स्युवेज अॅड स्लज फ्रॉम हॉस्पिटल वेस्ट्स,' न्यूक्लिऑनिक्स, ६.(डिसेंबर १९५१) पान २९.

१७७ Ruchhoft, सी. सी; 'वेस्ट्स कंटेनिंग रेडिओअॅक्टिव्ह आयसोटोप्स.' इंडस्ट्रियल अॅन्ड इंजनिअरिंग केमिट्री, ४४, ३, ५४५ (मार्च १९५२).

१७८ Ruchhoft, सी. सी; 'अॅक्टिव्हेटेड स्लज फ्रॉम फुड्स फॉर ट्रीटमेंट ऑफ रेडिओ-अॅक्टिव्ह वेस्ट्स,' स्युवेज अॅड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, १, ४८ (जानेवारी १९५३).

१७९ Ruchhoft, सी. सी; आणि इतर, 'लॉस अॅलमास ट्रीटमेंट प्लँट, डिस्क्रिप्शन,' स्युवेज अॅड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २४, ११, १४४५ (नोव्हेंबर १९५२).

१८० Ruchhoft, सी. सी; आणि इतर, 'वेस्ट ट्रीटमेंट बाय अॅक्टिव्हेटेड स्लज,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ११, १४६५ (नोव्हेंबर १९५३).

१८१ Ruchhoft, सी सी; ए. ई. गॉमॅन, आणि सी. डब्ल्यू, ख्रिस्टेन्सन, वेस्ट्स कंटेनिंग रेडिओअॅक्टिव्ह आयसोटोप्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४४, ३, ५४५ (मार्च १९५२).

१८२ Ruchhoft, सी. सी; एफ. आय. नॉरिस, आणि एल. आर. सेटर, 'अक्टिव्हेटेड स्लज फ्रॉम फुड्स फॉर ट्रीटमेंट ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह वेस्ट,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४३, ७, १५२० (जुलै १९५१).

१८३ Ruchhoft, सी. सी; आणि ई. आर. सेटर, 'अॅप्लिकेशन ऑफ बायॉलॉजिकल मेथड्स इन ट्रीटमेंट ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, १, ४८ (जानेवारी १९५३).

१८४ रियान, जे. एल; आणि ई. जे. व्हीलराईट, 'रिकव्हरी अँड प्युरिफिकेशन ऑफ प्ल्युटोनियम बाय एनिऑन एक्स्चेंज,' इंडस्ट्रिअल अँड इंजनिअरिंग केंमिस्ट्री, ५१, १, ६० (जानेवारी १९५९).

१८५ सॅंखीम, जी. जे; केमिकल कॅल्क्युलेशन्स, ६ वी आवृत्ति, १९५६, पान १७१–१७४.

१८६ सॅंडिग्टन, के; आणि डब्ल्यू. एल. टेम्पल्टन, डिस्पोजल ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह वेस्ट. लंडन : जॉर्ज न्यूनेस, लि; १९५८.

१८७ Schauer, पी. जे; 'ऑर्गनिक रेडिओअॅक्टिव्ह मटीरियल; रिमूव्हल फ्रॉम गॅस,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ९, १२१६ (सप्टेंबर १९५१).

१८८ Schauer, पी. जे; 'रिमूव्हल ऑफ सबमायक्रॉन एरोसॉल पार्टिकल्स फ्रॉम मूव्हिग गॅस स्ट्रीम,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री. ४३, ७, १५३२ (जुलै १९५१).

१८९ Schechter, आर. एस; आणि ई. एफ. ग्लॉयना, 'थर्मल कन्सिडरेशन्स ऑन दि स्टोरेज ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह वेस्ट्स,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेट्स, ३१, १०, ११६५ (ऑक्टोबर १९५९).

१९० Schechter, डब्ल्यू. सी; 'ट्रीटमेंट ऑफ गेशन एफ्ल्युअंट्स ऑफ इरॅडिअेटेड फ्युएल्स,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग TID–७५३४ (१९५७).

१९१ स्कॉट, के. जी; 'रेडिओअॅक्टिव्ह वेस्ट, हाऊ वुइल इट अॅफेक्ट मॅन्स इकॉनॉमीड,' न्यूक्लिऑनिक्स, ६, १, १८ (जानेवारी १९५०).

१९२ स्कॉट, के जी; 'डिस्पोजल, इकॉनॉमिक इफेक्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २२, ७, ९७२ (जुलै १९५०).

१९३ सेलिग्मन, एछ; 'डिश्चार्ज ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट प्रॉडक्ट्स इन दि आयरिश सी,' अणुशक्तीच्या शांततामय वापरावरील संमेलनाची कार्यवाही, भाग I (१९५६) पा. ४१८.

१९४ सेटर, एल. के; 'रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स ॲज रिलेटेड टू वॉटर सप्लाय,' अमेरिकन जलकार्य संस्थेच्या ओहायओ विभागात सादर केलेले प्रबंध, नोव्हेंबर ३, १९४९.

१९५ सेटर, एल. के; आणि ए. एस. गोल्डीन, 'रेडिओॲक्टिव्ह फॉलआऊट इन सर्फेस वॉटर,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४८, २, २५१ (फेब्रुवारी १९५६).

१९६ शॅनॉन, आर. एल., 'बिब्लिऑग्राफी,' स्युवेज ॲन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, ८, १०५९ (ऑगस्ट १९५१).

१९७ शेनॉन, आर. एल., 'रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट डिस्पोजल,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, TID-३७५ (ऑगस्ट १९५७).

१९८ सिंप्सन आणि इतर, जिनेव्हा पेपेरा यूएन-ए संमेलन, ८/पी/८१५ (जून ३०, १९५५).

१९९ स्क्रिड, आर. टी., आणि सी. एन. सॉयर,' ॲप्लिकेशन ऑफ दि पॉर्बर्ग रेस्पिरो-मीटर टू इंडस्ट्रियल वेस्ट ॲनॅलिसीस, स्पेशल स्टडीज ऑन रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स,' ७ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, मे १९५२.

२०० स्मिथ, ए. एल., 'सेफ डिस्पोजल ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ४, २, २३ (मार्च-एप्रिल १९५९).

२०१ सॉड, व्ही. जे., 'डिटर्मिनेशन ऑफ रेडिओॲक्टिव्हिटी इन सलाईन वॉटर्स,' ॲनॅ-लिटिकल केमिस्ट्रीवरून पुनर्मुद्रित केले, १, २५-२६ (जानेवारी १९६०).

२०२ सॉमर्व्हिल, ए., वेस्ट कंट्रोल अँट दी जनरल मोटर्स रिसर्च आयसोटोप लॅबोरेटरी,' १५ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय (मे १९६०). पान ३४१.

२०३ 'ए स्टाफ रिपोर्ट, ऑटोमोटिव्ह, केमिकल, अँड ॲटॉमिक एनर्जी,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ४, १, ११ (जानेवारी-फेब्रुवारी १९५९).

२०४ 'स्टॅंडर्डस फॉर प्रोटेक्शन अगेन्स्ट रेडिॲशन,' भाग २०, शीर्षक १०, संघीय नियमसंहिता, अणुशक्ति आयोगाची संघीय नोंदवही, फेब्रुवारी २८, १९५७.

२०५ स्टीफन्सन, आर; इन्ट्रोडक्शन टू न्यूक्लिअर इंजनिअरिंग, न्यूयॉर्क : मॅक् ग्रॉ–हिल बुक कं, इन्कॉ., १९५४.

२०६ स्टीव्हन्सन, सी. ई., 'सॉल्व्हंट एक्स्ट्रॅक्शन प्रोसेस फॉर एन्रिच्ड युरेनियम,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, TID–७५३४, १५२–१७९ (मे १९५७).

२०७ स्ट्रॉप, सी. पी., अॅटॉमिक एनर्जी प्रोग्रॅम (पार्ट III).' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, ३, ६० (मे १९५८)

२०८ स्ट्रॉब, सी. पी; 'अॅटॉमिक एनर्जी प्रोग्रॅम,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, ४, ९१ (जुलै–ऑगस्ट १९५८).

२०९ स्ट्रॉब, सी. पी; आणि इतर 'स्टडीज ऑफ रिमूव्हल ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह कॉंटॅमिनंट्स फ्रॉम वॉटर,' अमेरिकन जलकार्य संस्थेचे नियतकालिक, ४३, १०, ७७३, (ऑक्टोबर १९४१).

२१० स्ट्रॉब, सी. पी; 'रिमूव्हल ऑफ 'रेडिओअॅक्टिव्ह वेस्ट्स फ्रॉम वॉटर,' न्यूक्लिऑनिक्स, १०, १. ४० (जानेवारी १९५२).

२११ स्ट्रॉब, सी. पी; 'वेस्ट रिमूव्हल फ्रॉम वॉटर,' स्युवेज अॅन्ड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २५, ५, ६२९ (मे १९५३).

२१२ स्ट्रॉब, सी. पी; 'ऑब्झर्वेशन्स ऑन दि रिमूव्हल ऑफ रेडिओअॅक्टिव्ह मटीरियल्स फ्रॉम वेस्ट सोल्यूशन्स,' स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, २, ११८ (फेब्रुवारी १९५५).

२१३ स्ट्रॉब, सी. पी; आणि एछ. आय. क्रीगर, 'रिमूव्हल ऑफ रेडिओ आयसोटोप्स फ्रॉम वेस्ट सोल्यूशन्स; सॉईल सस्पेन्शन स्टडीज,' ८ व्या औद्योगिक अपशिष्ट संमेलनाची कार्यवाही, पर्ड्यू विश्वविद्यालय, मे १९५३.

२१४ स्ट्रॉब, सी. पी; आर. जे. मार्टन, आणि ओ. आर. प्लॅकॅक, 'ओकरिज रिपोर्टस रिझल्ट्स ऑन वॉटर डीकॉंटॅमिनेशन स्टडीज,' इंजनिअरिंग न्यूज रेकॉर्ड, १४७, ७, ३८ (ऑगस्ट १९५१).

२१५ सटन, ओ. जी; मायक्रोमिटीरिऑलजी, न्यूयॉर्क : मॅक् ग्रा–हिल बुक कं., इन्कॉ; १९५३.

२१६ स्वोप, एछ. जी; 'रेडिओअॅक्टिव्ह वेस्ट्स हॅंडलिंग,' स्युवेज अॅंड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३१, १०, ११९१–११९५ (ऑक्टोबर १९५९).

२१७ स्वोप, एछ जी; आणि ई. अॅंडर्सन, 'केशन एक्स्चेंज रिमूव्हल ऑफ रेडिओ–अॅक्टिव्हिटी फ्रॉम वेस्ट,' इंडस्ट्रियल अॅंड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४७, १, ७८ (जानेवारी १९५५).

२१८ Teletzke, जी. एछ; 'दि १९५७ न्यूक्लिअर काँग्रेस ऑन रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २, ३, ६२ (मे–जून १९५७).

२१९ Teletzke, जी. एम; 'रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट,' इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३, ४, ९९ (जुलै–ऑगस्ट १९५८).

२२० टेरिल, जे. जी; 'फिशन प्रॉडक्ट्स फ्रॉम न्यूक्लिअर रीॲक्टर्स,' सिव्हिल अभियंत्यांच्या अमेरिकन संस्थेची कार्यवाही, मार्च १९५५.

२२१ टेरिल, जे. जी. ज्यू; अणि एस. डी. हॉलिस, 'सॅनिटरी इंजनिअरिंग अँड रीॲक्टर वेस्ट डिस्पोजल,' स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभागाचे नियतकालिक, ८३, SA ५, १४०७ (ऑक्टोबर १९५७).

२२२ थॉमस, एछ. ए. ज्यू; 'डिस्पोजल ऑफ लो-लेव्हल लिक्विड रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स इन इनलंड वॉटर वेज,' युनायटेट स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, TID–७५१७, भाग १ ब, ४५७ (ऑक्टोबर १९५६).

२२३ थॉमस, एछ. ए. ज्यू; 'पब्लिक हेल्थ इंप्लिकेशन्स ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह फॉल आऊट इन वॉटर सप्लाईज,' अमेरिकन सार्वजनिक स्वास्थ्य विभागाचे नियतकालिक, ४६, १०, १२६६ (ऑक्टोबर १९५६).

२२४ थर्स्टन, डब्ल्यू. आर. 'समरी ऑफ प्रिन्स्टन कॉन्फरन्स ऑन डिस्पोजल ऑफ हाय-लेव्हल रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट प्रॉडक्ट्स इन जिऑलॉजिक स्ट्रक्चर्स,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, TID–७५१७, भाग १ ब, ४७ (ऑक्टोबर १९५६).

२२५ थर्स्टन, डब्ल्यू. आर; 'समरी ऑफ प्रिन्स्टन कॉन्फरन्स ऑन डिस्पोजल ऑफ हाय-लेव्हल रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट प्रॉडक्ट्स इन जिऑलॉजिक स्ट्रक्चर्स,' युनायटेड वेस्ट्स. अणुशक्ति आयोग, TID–७५१७, भाग १ ब, ३७४ (ऑक्टोबर १९५६).

२२६ टॉम्किन्स, पी. सी., ओ. एम. बिझेल, आणि सी. पी. वॉट्सन, 'वर्किंग सर्फेस फॉर रेडिओकेमिकल लॅबोरेटरीज,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४२, ८, १४७५ (ऑगस्ट १९५०).

२२७ Tsivoglou, ई. डी; आणि इतर, 'युरेनियम ओअर, रिफायनरी वेस्ट्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, ३०, ८, १०१२ (ऑगस्ट १९५८).

२२८ Tsivoglou, ई. डी; आणि डब्ल्यू. डब्ल्यू. टाउने, 'सोर्सेस अँड कंट्रोल ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह वॉटर पोल्यूटंट्स,' पेनिसिल्व्हानिया वाहितमल आणि औद्योगिक अपशिष्ट संस्था, विश्वविद्यालय पार्क, पा., ऑगस्ट २९–३१, १९५६ पान १४३–१४९.

२२९ Tsivoglou, ई. डी; डी. एम. हार्वर्ड, आणि डब्ल्यू. एम. इंग्रॅम, 'स्ट्रीम सर्व्हेज फॉर रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट कंट्रोल,' यंत्र अभियांत्रिकी अमेरिकन संस्था, मार्च १९५७.

२३० Tsivoglou, ई. डी; एम. स्टीन, आणि डब्ल्यू. डब्ल्यू. टाउने, 'कंट्रोल ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह पोल्यूशन ऑफ ॲनिमस रिव्हर,' जल प्रदूषण संघाचे नियतकालिक, ३२, ३, २६२ (मार्च १९६०).

२३१ व्हॅन क्लीक, एल. डब्ल्यू; 'रेडिओलॉजिकल प्रोब्लेम्स, स्युवेज वर्क्स आस्पेक्ट,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २३, १०, १३११ (ऑक्टोबर १९५१).

२३२ व्हॅन रोझेन, डब्ल्यू; आणि ओ. बोल्स, ॲटलास ऑफ दि वर्ल्ड रिसोर्सेस; खंड II, दि मिनरल रिसोर्सेस ऑफ दि वर्ल्ड, न्यूयॉर्क : प्रेंटिस–हॉल, इन्कॉ; १९५२.

२३३ वॉल्टर्स, डब्ल्यू. आर; डी. डब्ल्यू. वीजर, आणि एल. जे. मॅरेक, 'कॉन्सेंट्रेशन्स ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह ॲक्विवयस वेस्ट्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४७, १, ६१ (जानेवारी १९५५).

२३४ वार्ड, जे. एम; आणि टी. एन. मॅक्वे, 'हाय-लेव्हल रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट डिस्पोजल प्रोब्लेम्स,' १८९ वे पुनर्मुद्रण, अमेरिकन रसायन अभियंत्यांची संस्था, डिसेंबर १२, १९५५.

२३५ वॉट्सन, सी. डी; 'ॲस्फाल्ट लायनिंग ऑफ रेडिओकेमिकल वेस्ट स्टोरेज बेसिन्स,' इंडस्ट्रियल अँड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ५०, ८, ८७A (ऑगस्ट १९४८).

२३६ वेस्टर्न, एफ. ओ; 'प्रॉब्लेम्स ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट,' न्यूक्लिऑनिक्स, ३, २, ४३ (ऑगस्ट १९४८).

२३७ वेस्टर्न, एफ. ओ; 'डिस्पोजल प्रॉब्लेम्स,' स्युवेज अँड इंडस्ट्रियल वेस्ट्स, २१, ६, ११०७ (जून १९४९).

२३८ विल्कॉक्स, डब्ल्यू. जी; 'सॉल्ट प्रॉडक्शन,' सायंटिफिक मंथ्ली, (मार्च १९५०) पान १५७.

२३९ विल्सन, डब्ल्यू. एल; 'हॉट स्टफ, बिग हर्डल फॉर ॲटॉमिक पॉवर,' बिझिनेस वीक, (जुलै १९५१) पान ७२.

२४० विल्सन, डब्ल्यू. एल; रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट डिस्पोजल इन दी ओशन,' युनायटेड स्टेट्स नॅशनल ब्यूरो ऑफ स्टँडर्डस हँडबुक (१९५४) पान ५८.

२४१ विल्सन, डब्ल्यू. एल; 'रेकमेंडेशनन्स ऑफ दि इंटरनॅशनल कमिटी ऑन दि रेडिऑलॉजिकल प्रोटेक्शन,' (ब्रिटिश) जर्नल ऑफ रेडिऑलॉजी, पुरवणी ६, १९५४.

२४२ विल्सन, डब्ल्यू. एल; 'ॲटम्स ॲंड मॅन, रेडिअेशन हॅझार्ड,' इंडस्ट्रियल ॲंड इंजनिअरिंग केमिस्ट्री, ४८, १०, १७A (ऑक्टोबर १९५६).

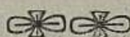
२४३ विल्सन, डब्ल्यू. जे; 'डिझाईन ॲंड कन्स्ट्रक्शन ऑफ हॅंडलिंग ॲंड ट्रीटमेंट सिस्टिम्स फॉर रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स,' सिव्हिल इंजनिअरिंग ४, ३, २० (एप्रिल १९५८).

२४४ विल्सन, डब्ल्यू. एल; 'ॲटॉमिक पॉवर राइडस आऊट स्टॉर्मी इयर,' बिझिनेस कंडिशन्स, ३५ (डिसेंबर १५, १९५८) पान १०.

२४५ विल्सन, डब्ल्यू. एल; 'रेग्यूलेशन ऑफ रेडिअेशन एक्स्पोझर बाय लेजिस्लेटिव्ह मीन्स,' युनायटेड स्टेट्स व्यापार विभाग, हाऊस बिल ६१, १९५८.

२४६ वॉलमन, ए; ए. ई. गॉर्मन, आणि जे. ए. लीबर्मन,' 'डिस्पोजल ऑफ रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट्स इन दि यू. एस. ॲटॉमिक एनर्जी प्रोग्राम,' युनायटेड स्टेट्स अणुशक्ति आयोग, WASH–४०८ (मे १७, १९५६).

२४७ वॉलमन, ए; आणि ए. ई. गॉर्मन, 'रेडिओॲक्टिव्ह वेस्ट डिस्पोजल,' केमिकल इंजनिअरिंग प्रोग्रेस, ५१, १०, ४७१ (ऑक्टोबर १९५५).



सूचि

INDEX

सूचि

अ

अ (चालू)

आ

इ

उ

ऊ

ए

औ

क

ख

ग

घ

च

ज

झ

ट

ठ

ड

त

थ

द

ध

न

प

फ

ब

भ

म

य

र

ल

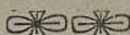
व

श

स

ह

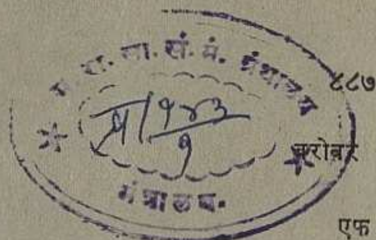
क्ष



शुद्धिपत्र (Errata)

पान	संदर्भ	चूक	बरोबर
६	प्यारा २ कोष्टक	कॅनॉलच्या	फेनॉलच्या
७७	,, २ ओळ २	अभिमूल्यन	अभिकल्पन
८७	,, १ ,, १	comograph	nomograph
९२	,, ३ ,, २, ३	ऐकक	एकक
९५	,, २ ,, ५	प्रमाणीकर	प्रमाणीकरण
११९	,, ३ ,, ३	hydrophylic	lyophylic
११९	,, ३ ,, ४	hydrophylic	lyophylic
११९	१०–१	वैशिठचे	वैशिष्ठचे
१२६	प्यारा ३ ओळ ५	आयतसुद्धा	आयनसुद्धा
१४१	,, २ ,, १	ऑक्सिजन	ऑक्सिकरण
१४५	– –	$C_{12}H_2$	$C_{12}H_{29}$
१५०	,, ३ ,, २	culburi	culture
१५९	,, ८ ,, १	मामक	मानक
१९४	आकृति १३–८ नंतरचे समीकरण अनुच्छेद १३–९		$F = 3\pi \mu dv_s$
२५३	प्यारा २ ओळ १	creen	screen

पान	संदर्भ	चूक	बरोबर
३०४	पान १ ओळ ७	१२६५	१२.६५
३१६	,, १ ,, ४	जाडी	जाळी
३२१	शीर्षक पान	तयार	उपचार
३२३	शीर्षक पान	तयार	उपचार
३२५	शीर्षक पान	तयार	उपचार
३२७	शीर्षक पान	तयार	उपचार
३२९	शीर्षक पान	तयार	उपचार
३३१	शीर्षक पान	तयार	उपचार
३३३	शीर्षक पान	तयार	उपचार
३३५	शीर्षक पान	तयार	उपचार
३३६	प्यारा १ ओळ २	पत्रात	पात्रात
३३७	शीर्षक पान	तयार	उपचार
३३९	शीर्षक पान	तयार	उपचार
३३९	१८–४	प्रतिष्ठापन	प्रतिस्थापन
३४१	शीर्षक पान	तयार	उपचार
३४३	शीर्षक पान	तयार	उपचार
३४५	शीर्षक पान	तयार	उपचार
३५७	प्यारा २ ओळ ३	८२ pH	८.२ pH
३५७	,, ३ ,, ४	lach	batch
३५९	,, ४ ,, ६	$FaCl_3$	$FeCl_3$
३७६	,, २ ,, ११	धोक्याच्या	मोक्याच्या
३८४	क्र. ७	लॅप्ट	लॅंड
४२६	प्यारा २ ओळ ९	आक्रमण	अवक्रमण



पान	संदर्भ	चूक	बरोबर
४३९	क्र. ३५–१	एक	एफ
४५७	कोष्टक क्रमांक	२३–३	२२–३
४७१	क्र. १२५–१	डायनेजन	डायजेशन
४७२	प्यारा ३ ओळ ४	पनीरडाल	पनीरजल
४७९	क्र. ३२–१	इन्स्टिगेटिंग	इन्व्हेस्टिगेटिंग
४८३	क्र. ८२–१	एरिगेशन	एरिएशन
४८६	क्र. ११२–१	बारिज	बाय रिज
४९४	कोष्टक २२–१२ शीर्षक	अपयुक्त	उपयुक्त
४९५	प्यारा ३ शेवटून ४	अपयुक्त	उपयुक्त
४९६	,, ३ ओळ १	प्रतिजीवाणुविषक	प्रतिजीवाणुविषयक
५०३	क्र. ८६–२	क्युअरी	ब्युअरी
५०८	प्यारा ६ ओळ १	बॉयलर्स	ब्रॉयलर्स
५०९	,, १ ,, १०	addritives	additives
५११	,, ३ ,, ३	द्रव्याचे	द्रवाचे
५१२	,, २ ,, २	पातन	पाचन
५१२	को. २२–१८	अवस्थापनशील घनपदार्थ दर १००० पौंडास १.३ पौंड	९.४६ पौंड
		ग्रीज दर १००० पौंडास १.३ समाविष्ट करावे.	
६०२	प्रकरण क्र.	२३–९	२३–६
७५२	२४–६	फॉर्मण्डेहाइड	फॉर्मल्डिहाईड

